

최 종
연구보고서

저농약 고효율 사과 병 방제체계 개발

경 북 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “저농약 고효율 사과 병 방제체계 개발”에 관한
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004 년 1 월 일

주관연구기관명 : 경 북 대 학 교

총괄연구책임자 : 엄 재 열

협동연구기관명 : 농촌진흥청 대구사과시험장

협동연구책임자 : 이 동 혁

요 약 문

I. 제 목

저농약 고효율 사과 병 방제체계 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라에는 사과의 생육기간 동안 약 1개월의 장마기간이 있고 장마기간 이외의 기간에도 비가 자주 내리므로 세계의 주요 사과 생산지에 비해 병 문제가 훨씬 심각하다. 그러한 기상조건하에서 사과 생산자들은 농약을 많이 사용하더라도 병해충만 잘 방제하면 된다는 사고가 팽배해 있고, 농약의 처방과 판매가 일체화된 유통구조에서 비롯되는 오남용으로 농약은 필요량보다 훨씬 더 많이 사용된 것으로 판단되었다. 농약의 과다 사용으로 인해 과수원의 생태계가 파괴되었고 그로 인해 더 많은 농약을 살포해야 하는 악순환이 되풀이 되고 있으며 급기야는 생산비 증가, 소비자의 불신으로 이어져 안정적 생산이 위협받고 있었다.

그러한 상황에서 필자는 사과 생육기간 중에 농약으로 방제해야 하는 겹무늬썩음병, 탄저병, 갈색무늬병 및 점무늬낙엽의 4종 병해의 감염시기 등의 발생생태에 근거하여 동시방제의 원칙을 수립하고, 각종 살균제의 이들 병에 대한 작용상의 특성을 면밀히 연구하여 그 결과를 종합하여 살균제를 연간 10회 살포하는 방제체계를 개발하였다.

이러한 방제체계의 개발 과정 중에 살균제의 살포회수를 더욱 줄일 수 있는 가능성이 제시되었다. 연간 10회 살포체계에서는 낙화 직후부터 8월 하순까지 15일 간격으로 약제를 살포하도록 되어 있는데, 농약의 살포 간격을 더 늘린다면 자연히 살포회수는 더욱 줄어 질 수 있다. 연간 10회 살포체계의 실험 과정 중에 기상 조건으로 인해 살포 간격이 20일 또는 그 이상으로 벌어진 경우가 있었으나 최종적 방제에는 거의 영향이 없다는 사실이 발견되었으므로 농약의 살포간격을 20일 또는 그 이상으로 늘릴 수 있을 것으로 생각되었다. 살포간격을 20일로 늘릴 경우 연간 살포회수는 9회, 25일 간격으로 늘리

면 8회로 줄어들게 된다. 이들 중에는 개화전 살포가 2회 포함되어 있는데 그 중 1회는 생략 가능하므로 농약의 살포회수는 또 다시 각각 1회씩 더 줄일 수 있을 것으로 생각되어 이 연구를 수행했다.

III. 연구개발 내용 및 범위

살균제의 겹무늬썩음병에 대한 보호효과 최대지속기간과 치료제의 적정 사용시기, 살균제의 사용 시기에 따른 방제효과의 변이, 살포체계를 구성하는 개별 살균제의 병 방제에의 기여도 평가 등에 관한 실험 결과를 종합하여 현재의 살균제의 살포간격을 15일에서 25일로 늘리므로 연간 살포회수를 8회 이내로 줄이고 겹무늬썩음병 발생률도 2% 이내로 줄일 수 있는 방제체계를 개발하는 것이 최종 목표이다.

이 연구에서의 대부분의 실험은 연간 1회 밖에 수행할 수 없으며 그것마저도 기상 등의 자연조건에 의해 크게 좌우되므로 연구기간의 단축을 위해 단계를 밟아 진행해야할 여러 가지 실험을 거의 동시에 진행하도록 했다.

1차년도에는 병 발생 예측 모델 개발을 위해 사과 생육 시기별 겹무늬썩음병 및 탄저병의 감염을 조사를 시작하여 2년간에 걸쳐 수행했고, 신규 살균제 선발을 위한 실험을 수행했으며, 사과 겹무늬썩음병 방제 약제에 있어서 경제적 타당성이 유지될 수 있는 보호효과 및 치료효과의 최대 지속기간 조사를 위한 시험을 1차년도에 시작하여 2년간에 걸쳐 수행했다. 그리고 1차년도에 방제체계에서 전약제가 후 약제의 병 방제효과에 미치는 영향을 조사했으며, 방제체계내의 개별 약제의 병 방제에의 기여도 평가법 개발을 위한 실험은 3년간 수행했다. 또 1차년도에 '97농특과제 수행 중에 얻어진 모든 정보를 종합하여 살포간격을 15, 20, 25일로하는 살포체계를 작성하여 pilot test했고 유대재배를 위한 살포체계의 개발에 착수하여 2년간 수행했다.

2차년도에는 1차년도의 실험 결과에 의거하여 살포간격을 15, 20, 25일로 하는 살포체계를 다시 작성하여 pilot test하는 한편, 대구, 경북을 중심으로 17농가를 선정하여 살포간격을 25일로하는 연간 7회 살포체계의 농가 실증시험도 수행했다. 또 2차년도에는 25일 간격 살포체계의 개발을 본격화하여 살균제의 종류 및 살포 순서를 달리하는 8종의 살포체계의 병 방제효과를 비교하였

고, 그 외 1차년도에 시작된 대부분의 실험을 계속하여 수행했다.

3차년도에는 2차년도의 실험에서 가장 우수한 방제효과를 나타낸 살포체계를 기본 살포력으로 하고 이를 다시 10종으로 변형하여 방제효과를 검증하는 한편, 대구.경북을 중심으로 54농가를 선정, 기본 살포력으로 농가실증시험을 수행했다. 또 3차년도에는 농약의 살포회수를 더욱 줄일 수 있는 가능성을 타진하고 살포체계의 개선을 위해 25일 간격 방제체계에 있어서 개별 살균제의 기여도 평가 실험을 수행했다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 과실 병해의 사과 생육 시기별 감염율의 연차간 변동

1) 겹무늬썩음병 : 사과생육 시기별 감염 양상은 연차간에 상당한 차이가 있었으나 대체로 5월 하순 이전에 이미 상당 정도가 감염되었고 2001년에는 6월 중순에서 7월 중순 사이에, 2002년도에는 6월말에서 7월 중순까지의 기간에 그리고, 2003년에는 6월 하순에서 7월 중순까지의 기간에 감염이 집중되었고 9월 상.중순까지 감염이 지속되었다. 특히 2003년도에는 극단적으로 잦은 강우로 인해 96.9%가 감염되었으나 31.8%만 발병하는 특이한 양상을 보였다.

2) 탄저병 : 시기별 감염율의 추이를 후지품종과 홍옥품종에서 조사했다. 후지품종에서는 감염이 2001년에는 7월 상순부터 시작되어 9월 중순까지 산발적으로 일어났으나 발병은 일정하지 않았고, 2002년에는 7월상순에서 중순 사이에 가장 감염이 많았으나 감염된 과실은 거의 대부분 수확 전에 발병하였다. 2003년에는 5월 28일 이전에 7.8%나 감염되었고 그 후 잦은 강우에도 불구하고 감염율이 그리 높지 않았으나 8월 상순부터 감염율이 급격히 높아졌다. 홍옥품종에서는 2001년도에만 조사했는데 그해에는 전체적으로 탄저병의 발생이 극히 적었던 해이며, 5월 하순 이전에 상당부분이 감염 되었고 그 이후부터 7월 중순까지는 추가의 감염이 없었으며, 7월 하순에 또다시 감염이 증가하였다.

나. 초저농약 방제체계 개발을 위한 살균제의 선발

1) 겹무늬썩음병 방제를 위한 약제의 신규 선발 : Dithianon과 fluazinam을

동일한 나무에 연속 살포하는 방법과 살포체계 내의 적당한 위치에 배치하고 같은 시기에 살포한 대조 약제와 비교하는 등의 2가지 방법으로 검정했다. 연속살포 실험에서 dithianon은 7월 이후에 치료효과와 보호효과 모두 낮았고, fluazinm은 치료효과만 낮았으며 이들 두 약제를 살포한 후에 봉지를 씌우면 발병율이 오히려 증가하는 경우도 있었다. 살포체계 내에서의 살균제 선발 실험에서는 5월 하순에는 fluazinam이 겹무늬썩음병과 탄저병에 대해, 그리고 6월 상순에는 탄저병에 대해 높은 방제효과를 보였다.

2) 겹무늬썩음병 방제약제의 보호 및 치료효과 최대 지속기간 : azoxystrobin, folpet, dithianon 및 iminoctadine-triacetate에 대해 2년간 수행했는데, 2001년도의 실험에서는 감염율은 높았으나 발병율이 너무 낮아 약효검정이 어려웠다. 2002년도의 실험에서 azoxystrobin은 감염저지 효과와 발병억제 효과를 겸하고 있었으며 발병억제효과는 azoxystrobin은 45일, iminoctadine과 dithianon은 30일 그리고 홀벳은 15일까지 실용적 수준의 발병억제효과가 지속되는 것으로 나타났다

보호살균제인 imnoctadine-triacetate와 azoxystrobin은 겹무늬썩음병에 대해 상당 정도의 치료효과를 나타내며, 그 효과는 병원균의 침입 후 시간이 경과해도 변동하지 않고 iminoctadine-triacetate의 경우 오히려 증가하는 현상까지 관찰되었으므로 이들 약제를 7월 중.하순 경에 살포하면 그 이전에 감염된 과실은 감염시기와 관계없이 상당부분 치료할 수 있는 것으로 나타났다.

3) 방제체계에 있어서 특정시기 살포 약제가 다음 약제의 겹무늬썩음병 방제효과에 미치는 영향 : 생육초기와 생육 중기로 나누어 조사했다. 연간 10회 살포체계에서 5월 하순에 propineb, folpet, cabendazim, thiram 및 azoxystrobin을 살포하고 그 후에 살포되는 약제의 겹무늬썩음병에 대한 방제효과를 검정한 결과, 그 보다 1개월 후에 살포된 dithianon의 방제효과에 특이한 점이 관찰되었다. 5월 하순의 3회차에 cabendazim을 살포하면 5회차의 dithianon에 의해 겹무늬썩음병의 발병율이 감소했고, 3회차에서 그 외의 약제를 살포한 구에서는 전부 dithianon 살포에 의해 발병이 증가했는데 특히 thiram과 propineb 살포구에서는 큰 폭으로 증가했다. 그리고 cabendazim은 dithianon 뿐만 아니고 다음에 살포되는 대부분 약제의 겹무늬썩음병 치료효과

를 크게 높였다. 또 3회차의 약제는 최종 발병율과 감염율에 큰 영향을 미쳤는데 propineb과 thiram을 살포한 구에서의 발병율이 각각 6.3%와 5.5%인데 반해 cabendazim과 azoxystrobin을 살포한 구에서의 발병율이 각각 1.1%와 0.0%였다.

생육 중기의 약제에 대한 실험은 2002년에 수행했는데, 병 발생이 적어 약제의 대체효과가 그리 크게 나타나지 않았으나 6월 중순의 5회차에서 dithianon, chlorothalonil 및 metiram 을 비교한 결과 metiram 대체구에서 겹무늬썩음병의 발병율이 크게 낮아졌다. 6회차에서 folpet, metiram, trifloxystrobin 및 chlorothalonil을 비교한 결과 겹무늬썩음병 방제효과에는 거의 차이가 없었으나 탄저병 방제효과에 있어서는 metiram이 다른 약제보다 다소 높았다.

4) 방제체계 내의 개별 살균제의 기여도 평가법 개발 : 연간 10회 살포체계를 적용하는 7개의 시험구를 설정하고 5월 하순 3회차부터 매회 약제 살포 시에 한 시험구에서 당해 약제만 한 차례에 한하여 살포를 건너뛰고 나머지 시기에는 모두 정상적으로 약제를 살포하였다. 한 차례씩 살균제를 생략한 각 시험구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율을 완전 살포구에서의 발병율과 비교하여 건너뛴 약제가 전체의 병 방제에 기여한 정도를 평가했다. 특정 약제의 살포를 건너뛴 시험구에서의 발병율이 완전살포구보다 높으면 건너뛴 약제는 병 방제에 정(正)의 기여를 한 것이고 반대로 낮으면 부(負)의 기여를 한 것으로 평가했다. 이 실험은 3년간 반복 수행했다.

2001년도 실험에서 folpet만 정의 기여, dithianon은 부의 기여를 하였으며 나머지 약제는 살포를 건너도 완전살포구와 거의 차이가 없었다. 한편 탄저병 방제에 대해서는 azoxystrobin, iminoctadine-triacetate 및 삼진왕은 거의 기여하지 않았고 나머지 약제는 모두 정의 기여를 한 것으로 나타났으며, 특히 dithianon의 기여도가 높았다.

2002년도에는 iminoctadine-triacetate 한 약제만 겹무늬썩음병 방제에 정의 기여를 했고 dithianon은 역시 부의 기여를 했으며 나머지 약제는 아무런 영향이 없는 것으로 나타났다. 한편 탄저병의 방제에 있어서는 2002년도에 정의 기여를 한 약제는 없었고 삼진왕, iminoctadine-triacetate, fluazinam은 부의 기여를 한 것으로 나타났다

2003년도에는 5월에서 8월까지의 4개월의 기간 중에 58일간 1,162mm의 비가 내렸고, 겹무늬썩음병이나 탄저병의 감염이 많은 7월 중에는 20일간 비가 내렸다. 이러한 기상 조건하에서도 azoxystrobin, fluazinam 및 dithianon은 겹무늬썩음병 발병 저지에 있어서 부의 기여를 하였고, 7월 하순 이후에 살포된 iminoctadine-triacetate, tebuconazole 및 삼진왕은 모두 정의 기여를 했다. 탄저병 방제에는 azoxystrobin, fluazinam 및 folpet이 부의 기여를 했고 tebuconazole은 영향이 없었던 것으로 밝혀졌으며 dithianon, iminoctadine-triacetate 및 삼진왕은 정의 기여를 하였는데, 특히 iminocadine-triacetate의 기여도가 높았다. 또 2003년도에는 갈색무늬병이 다발했는데, 삼진왕을 제외한 모든 약제가 정의 기여를 한 것으로 나타났다. 이처럼 겹무늬썩음병이나 탄저병 방제에 정의 기여를 한 약제는 매우 적고 대부분의 약제는 생략해도 병 방제에 영향이 없거나 오히려 방제효과가 더 높아지는 것으로 나타났다. 그리고 약제를 거른 후 다음 약제 살포 시에 직전과 직후에 일정수의 과실에 봉지를 씌우고 이들 봉지를 씌운 과실에서의 병 발생율을 조사한 결과, 약제의 살포 간격이 30일로 늘어났으므로 약제 살포 전에 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이 크게 높아졌으나 약제 살포 후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율이나 감염율이 크게 감소했는데 그 정도는 15일 간격으로 약제를 살포한 경우와 거의 차이가 없었다. 이러한 두 가지 점으로 볼 때 살균제의 살포간격은 15일 이상으로 늘릴 수 있을 것으로 판단되었다.

다. 초저농약 살포체계의 개발

1) 살포간격을 달리하는 방제체계의 병 방제효과의 차이 : 살균제의 살포간격을 15, 20, 25일로 하는 3종의 살포력으로 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병 방제효과를 검정한 결과 2001년에는 20일 간격 살포체계에서 겹무늬썩음병 방제효과가 가장 높았고 15일 간격 살포체계에서는 살균제의 살포회수가 2회나 더 적은 25일 간격 살포체계보다 방제효과가 오히려 더 낮았다. 탄저병 방제효과에 있어서도 25일 간격 살포체계와 15일 간격 살포체계 간에 차이가 없었다.

2002년도 실험에서는 살포간격을 15, 20, 25일로 한 살포구에서의 겹무늬썩

음병 발병율이 각각 2.1%, 3.8%와 2.7%였고, 탄저병 발병율은 각각 2.1%, 2.4%, 3.0%로 병 방제효과에 있어서 15일 간격 살포구와 25일 간격 살포구 간에 거의 차이가 없었다.

2) 유대재배 적용 살포체계의 개발 : 유대재배에서는 그을음병의 방제가 가장 중요하므로 봉지씌우기 직전의 살포인 5월 하순경에 살포할 수 있는 살균제의 그을음병 방제효과를 검정한 결과, 그을음병 치료효과가 가장 뛰어난 약제 thiram이었고 cabendazimd이 가장 낮았다. 그러나 thiram은 갈색무늬병, 겹무늬썩음병 및 탄저병 낮아 유대재배에서는 사용할 수 없는 것으로 판단되었고, 두 번째로 효과가 높았던 약제는 kresoxim-methyl이었는데, 이는 겹무늬썩음병, 탄저병은 물론 갈색무늬병에 대해서도 높은 방제효과가 있는 것으로 확인된 바 있다.

유대재배 살포력 개발 실험은 2001년부터 2년간 수행했는데 25일 간격으로 살균제를 살포하는 방제체계로 실험했다. 2001년에는 3개의 시험구에 5월 하순에 포리퀼탄, folpet 및 fluazinam을 각각 살포하고 15, 20, 25일에 일정 수의 과실에 봉지를 씌웠다. 이들 봉지를 씌운 과실에서 그을음병의 발생 정도와 겹무늬썩음병 및 탄저병 발병율을 조사하였다. 봉지씌우기 전에 포리퀼탄을 살포한 시험구에서는 약제 살포 25일 후에 봉지를 씌워도 그을음병의 발생이 거의 없었고, fluazinam을 살포한 구에서도 비교적 높은 방제효과가 얻어졌다. 탄저병은 발병이 거의 없었으나 겹무늬썩음병은 상당한 정도 발생했는데, 약제 간에는 물론 약제 살포 후 봉지를 씌운 시기 간에도 일정한 경향이 없었다.

2002년도에는 봉지씌우기 직전의 약제로 kresoxim-methyl, fluazinam 및 포리퀼탄을 살포하고 전년도와 동일한 방법으로 실험했는데, 그을음병 방제효과는 kresoxim-methyl과 포리퀼탄에서 매우 높았으나 겹무늬썩음병의 방제효과에서 kresoxim-methyl이 더 높았다. 2002년도에는 갈색무늬병이 전반적으로 많이 발생했으나 무처리 대조구에서 7.2% 정도가 발생했고 이는 약제를 처리한 구와도 거의 차이가 없었던 점으로 보아 3회차 살균제의 종류와 관계없이 dithianon- iminoctadine-tebuconazole-삼진왕의 순서로 살균제를 살포하면 살

포간격을 25일로 늘려도 갈색무늬병의 방제에는 문제가 없는 것으로 밝혀졌다.

3) 살균제 연간 7회 살포체계의 개발 : 2002년부터 2년간 실험했다. 연간 7회 살포체계에서 3, 4, 5회차의 살균제의 종류를 약간씩 달리하는 8종의 살포체계의 병 방제효과를 검정한 결과, 살포체계 중에 단 한 종류의 약제가 바뀌거나 살포시기가 달라져도 최종적 방제효과에는 큰 차이가 나타났으며 그 양상은 대단히 복잡했다. 2002년도에 시험한 8종의 살포체계에서 일부를 제외하고는 방제효과에서 우열을 가리기가 어려웠고 특히 겹무늬썩음병과 탄저병에 대한 방제효과가 일치하지 않으므로 더욱 그러했다. 그런데 겹무늬썩음병과 탄저병은 어느 것이나 과실을 부패시키는 직접적 피해를 주는 병이므로 이들 두종의 병의 발병율을 합해 보면 시험구간의 우열의 차이가 약간 분명해 졌다.

2003년도의 실험에서는 전년도의 실험에서 방제효과가 가장 우수했던 살포체계를 기본으로 하고 이를 다시 여러 가지로 변형하여 10개의 살포체계를 검정했는데, 5월부터 8월말까지의 4개월간에 58일간 1,116mm의 비가 내리는 극도로 불순한 기상 조건이었는데도 불구하고 겹무늬썩음병과 탄저병을 각각 1% 대로 줄일 수 있는 살포체계가 개발되었으나 갈색무늬병 방제효과가 낮아 실용화가 어려운 것으로 판단되어 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율이 각각 2.5%와 3.4%로 다소 높았으나 갈색무늬병 방제효과가 우수한 살포체계가 2004년도 농가 보급용 살포체계로 선정되었다.

4) 조.중생종 품종에서의 살포간격을 25일로 하는 초저농약 살포체계의 개발 : 조.중생종 품종에서는 주로 탄저병이 발생하므로 겹무늬썩음병이 주로 발생하는 후지품종의 살포력을 그대로 적용할 수 없으므로 이들 품종에 적용할 수 있는 방제체계를 조생종 품종으로는 쓰가루품종에서, 그리고 중생종 품종으로는 홍옥품종에서 개발했다.

쓰가루 품종에서는 2002년도에 검정한 5개의 살포체계 간에 탄저병의 발병율에 있어서 큰 차이는 없었으나 5월 하순부터 프린트-후론사이드-해비치의 순으로 살균제를 살포한 경우 탄저병의 발병이 전혀 없었고, 2003년도의 극단적으로 불순한 기상 조건에서도 2개의 시험구에서 탄저병을 2% 이내로 억제할 수 있었다.

홍옥품종에서는 2002년도 무처리구에서의 탄저병 발병율이 75.8%나 되었으

나 이를 3.6%로 억제 할 수 있는 살포체계가 개발되었고, 2003년도에 이를 다시 개량하여 무처리구에서의 발병율이 54.4%였는 데에도 이를 1.5%로 억제할 수 있는 살포체계가 개발되었다. 일반적으로 탄저병에서는 치료효과를 나타내는 침투성 살균제의 효과가 매우 낮아 약제의 살포간격을 늘리기는 어려운 것으로 여겨져 왔는데, 이 실험에서는 종래의 일반적 살균제 살포간격인 10일을 두 배 이상 초과해도 병 방제에 거의 문제가 없는 것으로 밝혀졌다.

5) 후지품종과 조.중생종이 혼식된 과원에서 25일 간격의 초저농약 살포체계의 개발 : 주 방제 대상 병해가 각기 다른 후지품종과 조.중생종이 혼식된 과수원에 적용 가능한 살포체계를 개발하기 위해 Gala, Golden delicious 및 Starcrimson에 후지품종의 살포체계를 약간 변형하여 적용했다. 조생종인 Gala 품종에서는 후지품종 방제력을 변형 없이 5회차까지만 살포했고, 중생종 두 품종에 대해서는 후지품종 방제력의 6회차까지만 살포했는데 6회차의 tebuconazole을 metiram으로 변경하였다. 그 결과 Gala 품종에서는 거의 문제가 없었으나 Golden delicious와 Starcrimson에서는 탄저병의 발병율이 높아 아직 개량이 더 개량해야 할 것으로 판단되었다.

6) 25일 간격 방제체계에서 개별 살균제의 병 방제에의 기여도 평가 : 방제체계를 개선하기 위한 자료를 얻고 또 살포간격을 더 늘릴 수 있는 지를 검토하기 위해 살포체계 구성 살균제의 기여도를 15일 방제체계에서와 같은 방법으로 평가하였다. 2003년도 5월 하순부터 살균제를 살포하지 않은 무처리구에서는 갈색무늬병의 이병엽율이 100% 였으며 그 중 96.5%가 낙엽되었고, 겹무늬썩음병의 감염율과 발병율이 각각 96.9%와 31.8%였으며 탄저병은 19.1%가 감염되어 17.2%가 발병하였다. 갈색무늬병에 대해서는 모든 살균제가 정(正)의 기여를 하였으며, dithianon의 기여도가 가장 높았고 trifloxystrobin이 가장 낮았다. 그런데 겹무늬썩음병에 대해서는 tebuconazole과 삼진왕을 제외하고 모두 부의 기여를 했고 탄저병에 대해서는 tebuconazole 한 약제를 제외하고 모두 부의 기여를 했다. 따라서 겹무늬썩음병과 탄저병 방제만을 본다면 부의 기여를 한 약제는 모두 생략 가능한 것으로 나타났으나 그들 약제를 생략하면 갈색무늬병이 다발 하므로 실제로는 생략이 불가능한 것으로 판단되었다. 그러나 trifloxystrobin 만은 갈색무늬병 낙엽율에 있어서 완전 살포구와 거

의 차이가 없고 겹무늬썩음병과 탄저병 방제에 부의 기여를 했으므로 그 약제만은 생략하여도 지장이 없는 것으로 나타났다. 이상과 같이 살포 간격을 25일로 하는 방제체계에서도 한 약제를 생략해도 병 방제에 영향이 없는 것으로 밝혀졌으므로 살균제의 살포를 더욱 줄일 수 있는 가능성이 시사되었다.

7) 초저농약 살포체계의 농가 실증시험 : 연가 7회 살포체계를 2002년에는 17농가 2003년에는 54농가에서 실증시험 했다. 2002년도에는 겹무늬썩음병과 탄저병은 그리 많이 발생하지 않았으나, 갈색무늬병은 전반적으로 많이 발생했지만 실증 시험 농가 중에 갈색무늬병이 심하게 발생한 농가는 없었고 2농가에서 약간의 경제적 피해를 인식할 정도였다. 겹무늬썩음병은 17농가 중 한 농가에서만 무시해도 좋을 정도로 발생 하였고 탄저병도 6농가에서 역시 무시해도 좋을 정도로 발생했다.

2003년도에는 5월에서 8월까지 4개월 동안 58일간 비가 내린 극단적으로 불리한 기상조건에도 불구하고 갈색무늬병이 심각한 정도로 발생한 농가는 2농가에 불과했고 이로 인한 낙엽이 과실의 비대에 약간의 영향을 미친 것으로 판단되는 농가가 5농가였으며 그 외 21농가에서는 거의 무시해도 좋을 정도로 경미했다. 겹무늬썩음병은 24농가에서는 전혀 발생하지 않았고 29농가에서는 무시해도 좋을 정도로 경미했으며, 한 농가에서만 약간의 경제적 피해를 인식할 정도였고, 심각한 피해를 받은 농가는 없었다. 탄저병도 25 농가에서 발생했으나 전부 무시해도 좋을 정도였다.

라. 결론

농약의 살포회수를 줄인 방제체계를 농가에 보급하기 위해서는 병이 많이 발생할 수 있는 기상 조건하에서의 검정이 필수적이다. 필자가 10회 방제체계를 개발하던 1998년과 7회 방제체계를 개발하던 2003년의 기상 상황은 그러한 조건과 잘 부합했다. 사과와 생육기간 중 각종 병이 감염되는 시기는 5월에서 8월까지인데, 1998년도 그 기간 중 60일간 비가 내렸고 2003년에는 58일간 비가 내렸다. 1998년의 그러한 기상 조건 하에서도 10회 살포체계를 적용한 시험 농장에서는 병 발생이 허용 한계 이내였으므로 10회 방제체계는 지금까지 큰 문제가 없었고, 8회 방제체계도 2003년과 같은 특수한 기상 조건에서도 큰 문

제가 없었으므로 이를 현장에 적용해도 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

그러나 이 연구에서 개발한 연간 7회 살포체계는 현재로 후지·쓰가루 혼식원에서는 안정적으로 적용 가능하나 모든 과수원에 적용하기 위해서는 아직 해결되어야 할 약간의 문제가 남아 있다. 초저농약 방제체계가 모든 과수원에 안정적으로 적용되기 위해서는 탄저병에 대해 감수성이 높은 홍로, 추광 등의 품종에 적용할 수 있는 방제체계와 이들 품종과 후지품종이 혼식된 과수원에 적용할 수 있는 방제체계가 개발되어야 하나 여기에는 아직 시간이 더 소요될 것으로 전망된다.

2. 활용에 대한 건의

이 연구에서 당초에 설정한 목표인 살균제 살포회수를 연간 8회 이내로 줄이고 겹무늬썩음병의 발생율을 2% 이내로 낮추려는 당초의 목표는 충분히 달성했으며 경북대학교 사과연구소에서 발행하는 2004년도 사과 병 방제체계에 이미 발표했다. 이 방제체계에서는 농약을 거의 1개월에 한번씩 살포하므로 농민들이 실제로 이를 이행하는 데에는 적지 않은 심리적 부담이 있을 것이므로 광범위하게 적용되기 위해서는 얼마간 시간이 소요될 것으로 생각된다. 또 이 연구에서 개발한 방제체계는 항구 불변한 것이 아니고 사과 품종의 변화, 기상 조건의 변화, 새로운 농약의 출시 등으로 항상 수정 보완되어야 하며 현재로서도 아직 보완의 여지가 남아 있다. 따라서 여기에 관한 연구는 지속적으로 수행될 수 있도록 통상적 연구비 지원이 필요하며 이를 농민에게 교육을 할 수 있는 행정적 지원도 필요하다.

SUMMARY

The currently prevailing spray program which had also been developed by the present author suggests to spray fungicides at 15-day interval from petal fall to late August. This study was conducted to reduce fungicide spray frequency by extending the spray interval.

To obtain basic data for developing the spray program with extended spray interval, various experiments were conducted as follows :

1. Dithianon and fluazinam were newly selected for developing the spray program.
2. By the experiment to detect maximum duration of protective efficacy of fungicides against white rot, an economically acceptable control efficacy was revealed to be maintained until more than 30 days in some fungicides such as azoxystrobin, dithianon and iminoctadine-triacetate.
3. It was revealed that when the two chemicals, azoxystrobin and iminoctadine-triacetate, which have shown curative activity against white rot were applied at around late July, the infection frequency and disease incidence of white rot can considerably be reduced.
4. In the experiment to detect the effect of certain fungicide on the control efficacy of the fungicides which are to be sprayed latter against white rot and bitter rot, it was revealed that the fungicide sprayed at late May have propound effect on the final control of white rot.
5. The experiment to assess the contribution value of individual fungicide constituting the spray program on the control of major apple diseases was conducted by comparing the incidence of the diseases at each plot where the relevant fungicide in each spraying time was omitted and those of the complete spray plot. In may cases, the omission of one fungicide in the spray program of 15-day spray interval had little effect on the control of white rot and bitter rot, However, a few fungicide positively contributed in the control of the diseases of which case the omission cause the increase

of disease incidence.

Integrating all of the informations obtained above, 2 spray programs with 20- and 25-day interval from petal fall to late August were formulated, and their control efficacy against major apple diseases including white rot which were obtained by pilot test were compared with that of the standard spray program with 15-day spray interval. In spite of the lower spray frequency by two times per year at the program with 25-day spray interval than the standard spray program, the disease incidences of white rot and bitter rot in the plot where the former program was adopted were lower or almost equivalent, varied by the year, to those of the plot where the latter was adopted. Trials for improving the spray program by altering the chemicals of 3, 4 and 5th spray were conducted for 2 years. It was revealed that only a single change of the chemical in the program resulted in a magnitude effect on the control of the diseases. The spray program for early or mid-season varieties on which bitter rot is main target was also formulated by repeated trials for improvement. The effectiveness of the program on the control of major apple diseases was demonstrated by farm trial at 17 farms in 2002 and at 54 farms in 2003. Especially, in spite of extremely frequent rain during the apple growing season in 2003, no farms have had severe damage by the diseases except two by *Marssonina* blotch.

From these results of the experiments, we decided to promote the program to the farmers in 2004. It can be said that the final goal of this study in which the frequency of fungicidal spray are to be reduced to less than 8 times and suppressing the incidence of white rot to less than 2 % was accomplished. However, it might well be said that the spray schemes developed in this study have still some room for improvement.

Contents

Chapter 1. Introduction	23
Section 1. The purpose of study	23
Chapter 2 Weather status and overview of apple disease during the period of study	26
Section 1. Weather status	26
Section 2. Overview of apple diseases	28
Chapter 3. Seasonal changes in the infection of fruit diseases during the apple growing season	32
Section 1. White rot	32
Section 2. Bitter rot	35
Chapter 4. Selection of fungicides for developing the spray program of ultra low spray frequency	39
Section 1. Selection of new chemicals for control of white rot	39
Section 2. Detection of maximum duration of protective efficacy of fungicides against white rot	43
Section 3. Detection of optimal application timing of specific fungicides for highest curative efficacy against white rot.	47
Section 4. Effect of chemicals sprayed at specific time on the control efficacy of the chemicals sprayed latter time against white rot	50
Section 5. Assessment of contribution value of individual fungicide of spray program on the control of diseases	59
Chapter 5. Development of fungicidal spray program of ultra low spray frequency	73
Section 1. Control of apple diseases with spray schemes of different spray intervals	73
Section 2. Development of spray program for bagging practice	77

Section 3. Development of spray program with 25-day spray interval for cv. Fugi	85
Section 4. Development of spray program with 25-day spray interval for early- or mid-season varieties	90
Section 5. Development of spray program with 25-day spray interval for mixed culture of cv. Fugi and early-or mid-season varieties. ..	95
Section 6. Assesment of contribution value of individual fungicide of the spray program with 25-day spray interval	98
Section 7. Farm demonstration of the spray program of 25-day spray interval	101
Chapter 6 Conclusion	105
References	107

목 차

제1장 서론	23
제1절 연구개발의 목적	23
제2장 : 연구기간 중의 기상 개황 및 사과 병 발생상황	26
제1절 연구기간중의 기상 개황	26
제2절 전반적인 사과 병의 발생 상황	28
제3장 과실 병해 감염시기의 연차간 변동	32
제1절 겹무늬썩음병	32
제2절 탄저병	35
제4장 초저농약 방제체계 개발을 위한 살균제의 선발	39
제1절 겹무늬썩음병 방제를 위한 약제의 신규 선발	39
제2절 겹무늬썩음병 방제약제의 보호효과 최대 지속기간	43
제3절 겹무늬썩음병 방제 약제의 치료효과 최대 지속기간	47
제4절 방제체계에 있어서 특정시기 살포 약제가 다음 약제의 겹무늬썩음병 방제효과에 미치는 영향	50
제5절 방제체계 내의 개별 살균제의 기여도 평가법 개발	59
제5장 초저농약 살포체계의 개발	73
제1절 살포간격을 달리하는 방제체계의 병 방제효과의 차이	73
제2절 유대재배 적용 살포체계의 개발	77
제3절 후지품종에서의 살포간격을 25일로 하는 초저농약 살포체계의 개발 ..	85
제4절 조.중생종 품종에서의 살포간격을 25일로 하는 초저농약 살포체계의 개발	90
제5절 후지품종과 조.중생종이 혼식된 과원에서 25일 간격의 초저농약 살포체계의 개발	95
제6절 살포간격 25일 체계에서 개별 살균제의 병 방제에의 기여도 평가	98
제7절 초저농약 살포체계의 농가 실증시험	101

제6장 결론	105
참 고 문 헌	107

제1장 서론

제1절 연구개발의 목적

우리나라에서는 사과와 생육기간 동안 약 1개월의 장마기간이 있고 장마기간 이외의 시기에 비가 자주 내리므로 세계의 주요 사과 생산지에 비해 병문제가 훨씬 심각하다. 그러한 기상조건하에서 사과 생산자들은 농약을 많이 사용하더라도 병해충만 잘 방제하면 된다는 사고가 팽배해 있고, 농약의 처방과 판매가 일체화된 유통구조에서 비롯되는 오남용으로 농약은 필요량보다 훨씬 더 많이 사용되는 것으로 판단되었다. 농약의 과다 사용으로 인해 과수원의 생태계가 파괴되었고 그로 인해 더 많은 농약을 살포해야 하는 악순환이 되풀이되고 있으며 급기야는 생산비 증가, 소비자의 불신으로 이어져 안정적 생산이 위협받고 있었다.

그러한 상황에서 필자는 사과 생육기간 중에 농약으로 방제해야 하는 겹무늬썩음병, 탄저병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽의 감염 시기가 거의 중복된다는 사실에 근거하여 동시방제의 원칙을 수립했다. 그러나 어떠한 살균제도 이들 4종병에 대해 대등한 정도의 방제효과를 나타내는 약제는 없으므로 그 문제를 해결하기 위해 각종 살균제가 이들 병에 대한 작용상의 특성을 면밀히 조사했다. 우선 우리나라에서 발생하는 사과 병중에 경제적 중요성이 가장 큰 겹무늬썩음병에 대한 각종 살균제의 방제효과를 사과 생육 시기별로 보호효과와 치료효과를 나누어 검정했다. 그 과정에서 침투성 살균제인 EBI를 8월 상·중순경에 살포하면 감염시기와 관계없이 그 이전까지 감염된 과실을 치료할 수 있다는 사실과 일부의 보호살균제는 침투성이 전혀 없음에도 불구하고 7월 하순경에 살포하면 역시 겹무늬썩음병에 감염된 과실을 치료할 수 있다는 사실이 발견되었다. 이러한 두 가지 발견으로 우리나라 사과원에서 가장 문제가 되어온 겹무늬썩음병을 효율적으로 방제할 수 있는 방안이 마련되었다.

겹무늬썩음병 방제효과 검정과 병행하여 나머지 3종병에 대한 시기별 방제효과도 검정했는데, 대부분의 살균제는 이들 병에 대해 어느 정도의 방제효과는 기본적으로 가지고 있으나 특정 병에 대해 특히 높은 방제효과를 나타낸다

는 사실이 밝혀졌다. 살균제의 이러한 성질과 병원균의 감염시기를 종합적으로 고려하여 동시방제체계에서 사과와 생육 시기별 방제 우선순위를 결정했다. 이러한 우선순위에 근거하여 매시기마다 가장 적절할 것으로 생각되는 살균제를 배치하여 기본 살포력을 작성하고 이를 pilot test와 농가 실증시험을 거쳐 농가에 보급하는 한편 기상 조건의 변화에도 안정적 방제가 가능하도록 살포체계를 수정 보완하는 실험을 계속해 왔다.

이러한 방제체계의 개발 과정 중에 살균제의 살포회수를 더욱 줄일 수 있는 가능성이 제시되었다. 연간 10회 살포체계에서는 낙화 직후부터 8월 하순까지 15일 간격으로 약제를 살포하도록 되어 있는데, 이 살포체계에서 농약의 살포간격을 더 늘린다면 당연히 살포회수는 더욱 줄어 질 수 있다. 연간 10회 살포체계의 개발 과정에서 기상 조건으로 인해 살포 간격이 20일 또는 그 이상으로 벌어진 경우가 있었으나 최종적 방제 성과에는 거의 영향이 없다는 사실이 발견되었으므로 농약의 살포간격을 20일 또는 그 이상으로 늘릴 수 있을 것으로 생각되었다. 살포간격을 20일로 늘릴 경우 연간 살포회수는 9회, 25일 간격으로 늘리면 8회로 줄어지게 된다. 이들 중에는 개화 전 살포가 2회 포함되어 있는데, 그 중 1회는 생략 가능하므로 농약의 살포회수는 또 다시 각각 1회씩 더 줄일 수 있을 것으로 생각되었다.

사과 병해충 방제체계에 있어서 살균제의 살포회수의 경감은 바로 살충제나 살비제의 감소로 이어질 수 있다. 사과원에서의 병해충 방제 원칙은 살균제를 정기적으로 살포하고 살충제나 살비제는 해충이나 응애의 발생 상황에 따라 살균제와 혼용하도록 되어 있으나 우리나라에서는 대부분의 농가에서 병해충의 발생 정도와 관계없이 매회 살균제 살포 시에 살충제나 살비제를 혼용하는 것이 거의 관례화되어 있다. 따라서 살균제의 살포회수를 줄이면 살충제나 살비제의 살포도 줄일 수 있을 것으로 생각할 수 있다.

사과재배뿐만 아니라 모든 작물의 생산에 있어서 농약을 줄이는 것은 사회경제적으로도 중요한 의미를 갖는다. 최근 농약에 의한 토양 및 수질 오염 문제는 거의 사회 문제로 비화되어 있으며, 상당수의 소비자들은 식품의 농약 잔류에 대해 거의 신경질적 반응을 보이고 있다. 이러한 극심한 농약 기피 현상은 WTO체제 하에서 농산물 수입 개방과 맞물려 우리나라의 소비자들이 외국

산 농산물을 선호하도록 할 우려마저 있다. 특히 사과산업에 있어서는 그러한 우려가 대단히 높다. 중국은 전 세계 사과 생산량의 거의 절반을 생산하고 있고, 또 중국이 이미 WTO 가입해 있으므로 우리나라와의 무역역조 시정을 위해 사과 시장의 개방을 요구할 가능성이 있다. 그러한 경우 값싼 중국산 사과가 우리 시장에 유입될 수 있으므로 이에 대비하여 저농약으로 국산 사과의 차별화 할 필요가 있을 것으로 생각된다. 따라서 사과의 국제 경쟁력 제고와 환경 보전을 위해서 농약의 사용량을 줄이는 방제체계의 개발은 사과 산업의 존속을 위해서 꼭 이루어야 할 과제로 생각되었다.

제2장 : 연구기간 중의 기상 개황 및 사과 병 발생상황

제1절 연구기간 중의 기상 개황

병의 감염이나 발병은 기상조건과 절대적 관계가 있으므로 실험 결과를 적확히 해석하기 위해서는 각 약제 살포시기를 전후한 기상 조건을 동시에 검토해야 하므로 2001년에서 2003년까지 실험포장이 위치한 경북 영천시의 기상을 기상청에서 발표한 기상 순보를 이용하여 정리하였다. 기상요인 중에서도 병 발생에 직접적으로 관여하는 평균기온, 강수량, 강우일수, 연속강우 횟수를 매 농약살포일 간의 기간을 구간으로 하여 정리하였는데, 2001년에는 15일 간격으로 200년부터는 약제 살포간격이 25일로 변경되었으므로 이에 준하여 정리하였다 (Table 1).

사과 겹무늬썩음병의 분생포자 분산은 일중 최저기온이 16℃ 이상일 경우에 유도되고 (Sutton 1981, 尾形 1992, Choi et al 1999) 18℃ 이상일 경우에 감염이 일어나는데 30℃까지 기온이 높아짐에 따라 감염에 소요되는 시간이 짧아지는 것으로 보고되어 있고 (林 1984), 탄저병은 18℃ 이상일 경우에 감염되는 것으로 알려져 있다(飯島 1999). 이러한 점으로 본다면 2001년에서 2003년까지 3년간의 시험 기간 중의 평균 기온의 평균은 2001년이 23.7℃, 2002년에 23.1℃, 2003년에 22.1℃ 였으므로 시험기간 중의 온도는 이들 두 가지 병의 감염가능 온도 범위에 포함되므로 온도 조건이 감염에 큰 영향을 미친 것으로는 판단되지 않았다.

그런데 강수량과 강우 일수를 보면 연차 간에 상당히 큰 차이가 있었다. 일반적으로 겹무늬썩음병은 낙화 2주후부터 9월중순경까지 감염되는 것으로 알려져 있는데(Drake 1971, Kohn 1982) 실제로 8월에 들어가면 감염율이 크게 낮아진다 (林 1985, 엄 1998). 탄저병의 감염시기는 겹무늬썩음병 보다 더욱 빨라 과실의 착과 직후부터 감염되는 것으로 알려져 있으나 (飯島 1999) 감염이 본격적으로 시작되는 시기는 6월 중순경이며, 이 병 역시 8월에 들어가면 감염율이 크게 낮아지는 것으로 보고되어 있다 (林 1984, 尾形 1992). 따라서 이들 두 가지 병의 실질적 감염에 영향을 미치는 것은 6월 상순부터 8월 상순까지

의 기상조건이다. 이러한 근거에서 3년간의 강수 상황을 보면 2002년에는 기간 중에 23일간에 342.6mm가 내렸고 2001년에는 27일간에 526.0mm의 비가 내렸으며 2003년에는 40일간에 1003.5mm의 비가 내려 연차간에 큰 차이가 있었다.

Table 1. Weather status during the experimental period(2001 ~ 2003)

Period	Mean of temp(°C)	Precipitation (mm)	No. of rainy days	No. of successive rain(days)		
				2	3	4<
2001						
5.26~6. 8	22.0	1.5	2	0	0	0
6. 9~6.24	20.8	228.5	6	3	0	0
6.25~7. 9	25.9	83.0	5	2	0	0
7.10~7.24	25.7	100.5	5	1	1	0
7.25~8. 9	27.9	36.0	8	2	1	0
8.10~8.25	25.5	40.5	2	0	0	0
2002						
5. 26~6. 22	22.0	7.0	3	1	0	0
6. 23~7. 14	21.6	109.5	11	5	0	0
7. 15~8. 16	24.9	486.0	15	1	0	1
8. 17~8. 28	25.6					
2003						
5. 28~6. 24	20.9	229.0	7	1	1	0
6. 25~7. 13	21.3	435.5	14	1	0	1
7. 14~8. 5	23.2	166.5	9	3	0	0
8. 6~8. 22	23.5	172.5	10	2	0	1

접무늬썩음병의 감염 온도별 감염 소요시간을 보면 20°C에서 24시간 25°C에서는 12시간이 소요되는 것으로 알려져 있고 (林 1984) 탄저병은 20°C 전후에서 수시간에 발아하고 1-2일간의 습윤상태에서 감염되므로 (北島 1989), 감염이 일어나기 위해서는 상당 정도의 기간 동안 습윤 상태가 지속되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 습윤 상태가 길면 길수록 감염의 기회는 더욱 많아질 것으로 추정되므로 2일 이상의 연속 강우가 하루 동안 비가 내리는 것보다 감염을 더욱 조장할 것으로 추정된다. 시험기간 중 2일 이상 연속 강우 회수를

보면 2001년에 9회, 2002년에는 8회 그리고 2003년에는 10회였다.

갈색무늬병은 병든 잎에서 균사, 분생자층 또는 자낭의 형태로 월동하여 다음해의 제1차전염원이 되며, 서늘하고 비가 많은 해에 격발하는 것으로 알려져 있다. 포자의 비산은 4월부터 시작되어 제1차전염이 이루어지고, 병든 잎에 형성된 분생자층에서 포자가 비산되어 제2차전염이 이루어지는데, 6-7월에 제1차전염에 의한 최대 발병기를 이루며 고온기인 7월하순부터 9월초순까지는 일시 정지하였다가 밤낮의 기온차가 크고 낮기온이 낮아지는 9월중순부터 다시 발생하기 시작하여 10월에 제2차 최대 발병기를 나타낸다(엄 1997). 따라서 이들 세 가지 병의 실질적 감염에 영향을 미치는 것은 6월 상순부터 8월 상순까지의 기상조건인데, 이 기간의 기상조건을 중점적으로 살펴보면 평균기온은 2002년에 23.1℃, 2003년에 22.1℃으로 2003년의 경우 7월 평균기온이 낮은 경향이 있었다. 이는 갈색무늬병의 고온기 정지기에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 또한 강수량에 있어서 2002년의 경우, 8월 초·중순에 404.0mm의 강우가 11일 연속된 반면에 6월과 7월의 강우는 각각 22.5mm과 176.0mm로 다소 적은 경향이었으나, 2003년은 7월중 20일이 강우일이었으며, 6·7월의 강수량이 679.5mm이나 되었다. 2003년은 꽃 떨어지기 전 4월에도 많은 강우와 7-8월 고온기의 저온현상, 각종 병의 감염중점시기에 집중적이고 많은 강수량 등 평년과는 상이한 기후를 나타내었다.

제2절 전반적 사과 병의 발생 상황

대부분의 식물 병 발생에는 기상조건이 결정적 영향을 미치며 사과 병에 있어서도 예외가 아닐 것으로 생각된다. 겹무늬썩음병이나 탄저병과 같은 과실 병의 발생은 6-7월의 장마기의 강수량에 직접 관련되어 있고 8월 이후의 강수는 거의 영향이 없는 것으로 알려져 있다(엄 1998). 반면 갈색무늬병이나 그을음병은 8월 이후의 생육 후기의 강우가 결정적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(엄 2000). 근년 우리나라의 기상조건은 이를 잘 설명해 주는 것으로 생각되었다. 1998년에는 6월부터 8월까지의 3개월 중 54일간 비가 내려 역사상 미증유의 병 발생을 경험했다. 그 후 1999년부터 2002년까지 연속 4년간

6-7월의 장마기에 비다운 비가 내리지 않았고 8월 이후에 집중 강우가 있었다. 그러한 기상 조건에서는 겉무늬썩음병의 발생은 크게 줄었고 갈색무늬병의 발생이 많았다. 특히 2002년의 경우 8월 상순경부터 집중 강우가 있었으나 겉무늬썩음병은 발병은 물론 감염율까지도 대단히 낮았던 반면 갈색무늬병은 근년에 와서 가장 높은 발병율을 보였다.

그런데 2003년의 기상 개황은 각종 사과 병이 크게 만연한 1998년과 거의 비슷했는데에도 병 발생 상황은 크게 달랐다. 2003년에도 갈색무늬병이 심하게 발생한 과수원이 많았으나 1998년도다 훨씬 적었으며, 병이 발생한 과수원은 대부분 방제체계가 적절하지 못한 과수원이었고 적절한 방제체계를 적용한 과수원에서는 병이 거의 발생하지 않았거나 경미한 정도로 그쳤다. 그런데 겉무늬썩음병이나 탄저병의 발병율은 전반적으로 낮았으며, 강수일수나 강수량이 훨씬 적었던 2002년보다 오히려 발병이 적었다. 그러나 2003년도에는 잠복감염율이 대단히 높았으므로 감염은 많았지만 발병이 적었던 것으로 밝혀졌다. 이러한 현상은 매우 특이한 것으로 현재로서 그 원인은 설명하기 어려운 것으로 생각되었다.

근년의 사과 병 발생에 있어서 또 하나의 특징적 현상은 탄저병의 증가이다. 탄저병은 홍옥과 국광이 주로 재배되었던 1970년대 이전에는 대단히 피해가 큰 병해였으나 후지가 주 품종이 된 70년대 이후 최근까지 거의 문제가 되지 않았다. 그런데 최근 수년 사이에 저항성 품종인 후지에도 우려할 정도로 발생하고 있으며 일부 지역에서는 이미 오래 전부터 겉무늬썩음병과 거의 비슷한 정도로 발생하고 있다. 최근 이병에 대해 저항성이 비교적 높은 후지 품종에서조차 문제가 된 것은 그 사이 유전적 소인이 달라진 것은 아니고 병원균의 밀도가 높아졌기 때문인 것으로 판단되었다.

탄저병균의 밀도가 높아진 원인은 대략 3가지로 생각할 수 있다 (엄 2002). 우선 홍로, 추광, 화홍 등의 탄저병 감수성 품종의 재배가 증가했는데, 그것도 후지품종과 무원칙하게 혼식하였으므로 후지 위주의 방제체계로는 이들 감수성 품종에 발생한 탄저병을 제대로 방제 할 수 없기 때문에 과수원 내에 병원균의 밀도가 높아지게 된 것으로 추정된다. 두 번째 원인으로서는 베노밀, 지오판, 가벤다와 같은 벤즈이미다졸계 농약의 무분별한 사용이 원인 일 수 있다.

탄저병균에는 *Collectotrichum gloeosporioides*와 *Collectotrichum acutatum*의 두 종류가 있는데, 후자는 벤즈이미다졸계 살균제에 대해 감수성이 전혀 없으므로 (仕藤 1996) 이들 약제를 연용하면 후자의 균이 선택적으로 증식된다. 실제로 탄저병이 심하게 발생한 과수원에서 병원균을 분리하여 동정해 보면 후자의 균의 비율이 크게 높아진 것이 확인되었다. 또 이들 약제는 저항성이 쉽게 발달되는 특성이 있으므로 전자의 균에서도 저항성균의 밀도가 높아졌을 것으로 판단된다. 또 탄저병균 중 *C. acutatum*의 밀도 증가에는 빈번한 베프란의 사용도 관여 했을 것으로 추정된다. 베프란은 *C. gloeosporioides*에 대해서는 효과적이거나 *C. acutatum*에 대해서는 항균작용이 거의 없다 (田邊, personal communication).

점무늬낙엽병이 1991년 전국적으로 대 발생했으나 기상요인과의 관계는 아직 밝히지 못했다. 이 병은 가끔 국지적으로 발생하지만 전문 약제의 특별 살포로 병세의 진전을 막을 수 있으므로 통상적으로 방제할 필요는 없는 것으로 여겨져 왔으나 최근에 와서 이 병의 발생양상에 또 다른 변화가 생겼다. 수년 전부터 M9 대목 키낮은 사과원에서 6월 상순경부터 이 병이 산발적으로 발생했는데 2003년에는 그 정도가 심상치 않았으므로 앞으로 대책이 필요할 것으로 생각된다. 그리고 경상북도에서는 영천시의 일부 지역과 경주시 지역에서는 오래 전부터 상당한 정도의 피해를 유발하는 수가 있었으므로 통상적 방제가 필요한 것으로 생각되었다.

그을음병도 근년에 와서 나타난 8-9월의 빈번한 강우로 종종 문제가 된다. 특히 경북지방에서는 의성군 지역에 그을음병의 발생이 많고 그 외의 지역에서도 산간에 위치한 과수원에서 이 병이 많이 발생하는 경우가 있다.

그리고 최근에 와서 과실이 미이러가 되는 모닐리아 병이 산발적으로 보이기 시작했고 유대재배 사과에서 탄저병과 유사한 미동정 병해가 과수원에 따라 상당정도의 빈도로 발생하고 있다. 또 2003년에는 지금까지 거의 눈에 띄지 않았던 과실점무늬병이 산발적으로 발생했으며 일부 살균제의 살포체계가 부적절한 과수원에서는 심각한 정도로 발생했다. 이러한 열매점무늬병의 발생이 극단적으로 비가 잦은 2003년도의 특수한 기상 현상 때문에 생긴 것인지 아니면 최근 수년간의 살균제 살포체계의 변화에 의한 것인지는 아직 더 검토

해야 할 것으로 생각된다.

제3장 : 과실병해 감염시기의 연차간 변동

식물 병을 효율적으로 방제하기 위해서는 병의 발생생태에 대한 정확한 정보가 필요하며 여기에 대해서는 다수의 연구보고가 있으나 현장에서의 관찰결과와 일치하지 않는 경우도 많다. 병의 발생생태에 관한 조사는 다년간 지속적으로 조사하고 또 기상조건과의 연계하여 분석해야만 방제에 활용할 수 있을 것으로 판단되어 1998년부터 6년간에 걸쳐 조사하였는데, 후반 3년간의 조사가 이 연구에 포함되어 있다.

우리나라의 사과원에서는 약 12종의 병이 발생하나 이들 중 생육기간에 약제를 사용하여 방제해야하는 병은 붉은별무늬병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병 그리고 과실에 발생하는 병으로는 겹무늬썩음병과 탄저병이다 (엄 2000). 이들 중 붉은별무늬병은 생육초기에 일시적으로 감염되고 낙화직후의 한차례 살포로 방제가 가능하고 발병시기도 연차간에 변동이 거의 없다. 점무늬낙엽병은 우리나라의 주 품종인 후지는 이 병에 대해 저항성이므로 별도로 방제할 필요가 없으나 지역에 따라 연도에 따라 가끔 다발하는 수가 있는데, 그러한 경우에는 전문 방제약제를 특별살포하면 비교적 쉽게 방제 할 수 있다 (엄 1998, 2000). 그러나 과실에 감염되면 봉지를 씌운 과실에서 상품가치가 낮아지나 과실감염도 항상 일어나는 것이 아니고 연차 간에 변동이 심하다. 또 탄저병은 우리나라의 과수원이 이 병에 대해 저항성인 후지품종 위주였기 때문에 과거에는 거의 문제가 되지 않았다. 그러나 일부 지역에서는 후지품종에서도 겹무늬썩음병과 거의 비슷한 정도로 발생하였으며, 2000년경부터 거의 전국적으로 발병이 급증하였는데 그 원인에 대한 추정은 앞에서 이미 기술한 바 있다 (엄 2000). . 따라서 이 연구에서는 겹무늬썩음병과 탄저병에 대해서만 조사했다.

제1절 겹무늬썩음병

1. 재료 및 방법

가. 실험포장 : 영천시 신령면 소재, 후지/M.26 12년생

나. 방법 : 낙화직후의 살포 이후에는 살균제를 전혀 살포하지 않은 시험구

를 설정하고 2001년에는 5월 26일, 2002년에는 5월 23일에 그리고 2003년에는 5월 28일에 실험을 시작했는데, 2001-2년의 2년간은 1500개의 과실에 2003년에는 100개의 과실에 봉지를 씌웠다. 봉지씌운 날을 기점으로 2001년과 2002년에는 매 10일 간격으로 그리고 2003년에는 매 25일 간격으로 9월 중순까지 매 회 100개의 과실에 대해 봉지를 벗겨 자연감염을 유도한 후 다시 봉지를 씌워 더 이상의 감염을 막았다. 10월 상순경에는 감염이 완전히 종료되므로 상법에 따라 봉지를 벗기고 노출 기간 중의 감염에 의한 발병 및 잠복감염율을 조사했다. 봉지를 벗길 때에는 각각의 노출기간을 색깔이 다른 빨래집게로 표시했다.

발병율을 구하기 위해 8월 하순부터 수확기까지 주 1회 발병과를 조사하였는데, 10월 상순 봉지를 벗기기 전에는 봉지 껍데기 낙과된 과실은 봉지를 벗겨서 겹무늬썩음병 또는 탄저병 여부를 확인했고 10월 상순 이후에는 매회 조사 시 발견되는 발병과를 계수 후 제거하였다. 수확 시에는 과실을 전부 수확하여 전체 과실수를 계수 하였고 그 시기까지의 총 발병과에 대한 발병율을 계산하였다. 또 감염율을 구하기 위해 수확 시 충해 및 물리적 상처가 없는 과실을 주당 50개씩 선정하여 난자상자에 포장, 25℃에서 4주간 보존하면서 매주 탄저병 및 겹무늬썩음병의 발병과를 조사하여 잠복감염율을 구하고, 여기에 수확까지의 발병율을 더하여 감염율을 구하였다.

다. 결과 및 고찰

2001년부터 2002년까지 2년간 5월 하순에서 9월 상·중순까지의 기간 동안 10일간씩, 그리고 2003년에는 25일간씩 자연감염에 노출시킨 과실에서의 겹무늬썩음병 감염율 및 발병율을 Fig.1에 나타내었는데, 감염 양상은 연차간에 상당한 차이가 있었다.

2001년의 경우 5월 26일 이전에 이미 12.0%가 감염되었고 6월 중순에서 7월 중순 사이에 감염이 많았고 그 후 감염율이 절반정도로 낮아졌으나 9월까지 지속되었다. 2002년에는 겹무늬썩음병은 5월 하순부터 감염이 본격적으로 시작되어 6월말에서 7월 중순까지 집중되었다가 서서히 감소하여 9월초까지 감염이 지속되었다. 감염율은 시기에 따라 큰 차이를 보였으나 실제로 발병

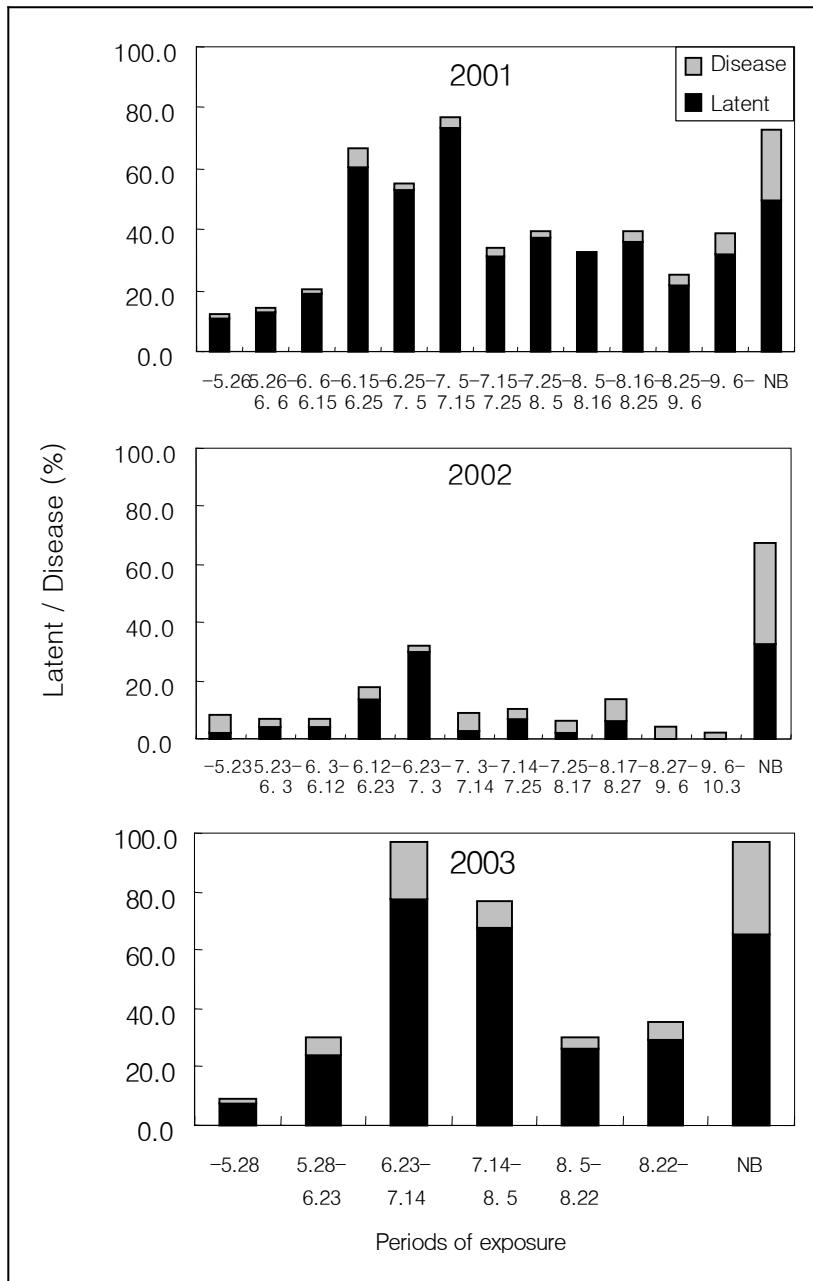


Fig 1. Disease incidence and latent infection of apple white rot occurred in every 10-day periods in 2001-2 and 25-day periods in 2003 during the apple growing season detected by exposure of bagged apple to natural infection. *NB : not bagged apple for continuous exposure

된 과실은 시기에 상관없이 비교적 일정하게 나타나는 경향을 보였다.

2003년의 경우 5월 27일 이전에 이미 9.2%가 감염되었는데 그 중 1.4%만 발병하였고 나머지는 잠복감염 되었다. 그 후 감염이 급속히 증가하여 6월 24일에서 7월 13일까지의 20일 간에 최대 감염을 보였고 96.8%가 감염되었는데 그중 19.6%만 발병하였다. 일반적으로 겹무늬썩음병의 감염율은 8월 하순부터 급격히 낮아지는 것으로 알려져 있는데 2003년도에는 8월 하순 이후에도 상당 정도의 감염이 지속되었다. 이러한 현상은 2003년도와 기상 조건이 비슷했던 1998년도에 나타난 것으로 보고 되어 있는데 (엄 2002). 2003년도에는 9월 12일의 태풍의 영향도 있는 것으로 추정되었다.

제2절 탄저병

1. 재료 및 방법

가 실험포장 : 후지품종과 탄저병 감수성이 높은 홍옥 품종에 대해서 조사했다. 후지품종에 대해서는 영천시의 실험포장에서 겹무늬썩음병과 동시에 수행했고, 홍옥품종에 대해서는 2001년도에 한차례만 대구시 산격동 소재 경북대학교 과수원에서 수행했다. 홍옥품종은 M26대목 14년생으로 관리상태가 대단히 좋았다.. .

나 방법 : 후지품종에서의 방법은 전항의 겹무늬썩음병과 같았으나 탄저병은 발병시기가 빠르므로 7월 하순경부터 발병율을 조사하기 시작했다. 홍옥품종에서는 5월22일에 봉지를 씌웠고 그날을 기점으로 7월20일까지 매10일간씩 100개씩의 과실을 자연감염에 노출시켰다. 과실 봉지는 9월 상순에 걸봉지를 벗기고 5일 후에 속봉지를 벗겼으며 발병과의 조사는 6월 하순부터 9월 하순 수확할 때까지 매 5일 간격으로 수행하였다. 봉지 벗기기 이전에 발병한 과실은 봉지 채로 땅에 떨어지므로 이들 과실 중에 탄저병 발병 유무를 조사하였다. 수확할 때까지 낙과한 과실의 수와 발병한 과실의 수를 나무마다, 처리한 시기별로 구분하여 모두 계수 하였으며, 기계적 장애나 해충에 의해 피해를 받은 과실은 낙과 과실로 처리하였다 수확할 때까지 발병하지 않은 과실 중 외관상 상처나 해충에 의한 식해가 없는 과실의 일부를 처리한 시기별로

난자 박스에 담아 25℃의 실내에서 4주간 보존하면서 매 주 1회 발병과를 조사하였는데 이 때의 발병률을 잠복 감염률로 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 후지품종

2001년의 경우 탄저병의 감염이 7월 상순부터 시작되어 9월 중순까지 산발적으로 감염되었고 발병율은 매우 낮았다. 또 2001년에도 8월 6일에서 14일까지 그리고 8월 29일에서 9월 6일 사이에 감염된 과실은 전부 발병하였고 7월 6일에서 17일 사이 그리고 9월 7일에서 18일 사이에 감염된 과실은 전부 잠복 감염 되었다. 2002년의 경우 탄저병은 겹무늬썩음병이 집중적으로 발생한 6월 중순에서 7월 상순까지의 기간에는 오히려 감염이 적었고 겹무늬썩음병의 집중발생시기 직후인 7월상순에서 중순사이에 가장 감염이 많았다. 그러나 전체적으로 감염율은 낮았으나 감염된 과실은 거의 대부분 수확 전에 발병하였다. 2003년에는 5월 28일 이전에 7.8%나 감염되었고 그 후 잦은 강우에도 불구하고 감염율이 그리 높지 않았으나 8월 상순부터 감염율이 급격히 높아진 것도 예년의 감염 상황과 달랐다.

나. 홍옥품종

홍옥품종에서의 수확 시까지의 발병율과 수확 후 가온 처리에 의해 발병한 잠복감염율을 Fig. 3에 나타내었다.

2001년도에는 5월 22일 이전에 이미 26.4%가 감염되었으며, 그 중 1.9%는 수확기까지 발병하였고, 나머지 24.5%는 잠복감염 되어 있었다. 그리고 5월 22일 이후부터 7월 19일까지는 매 시기마다 감염률이 5월 22일 이전과 거의 차이가 없었다. 이것으로 5월 22일 이후 매 10일 간격으로 봉지를 벗기고 노출시킨 과실에서의 감염률은 대부분 5월 22일 이전에 감염된 것으로 추정되며 각각의 시기에는 추가의 감염이 없었을 것으로 판단되었다.

7월 19일부터 수확기인 9월 29일까지 봉지를 벗기고 감염에 노출시킨 과실에서의 감염률은 92.3% 였는데, 그 중에 수확 전 발병률이 32.3%, 60%는 잠복 감염으로 나타났다. 그런데 여기에도 5월 22일 이전에 감염된 26.4%가 포함되어 있을 것으로 생각되며, 7월 19일 봉지를 벗긴 이후에도 이미 감염된 과실

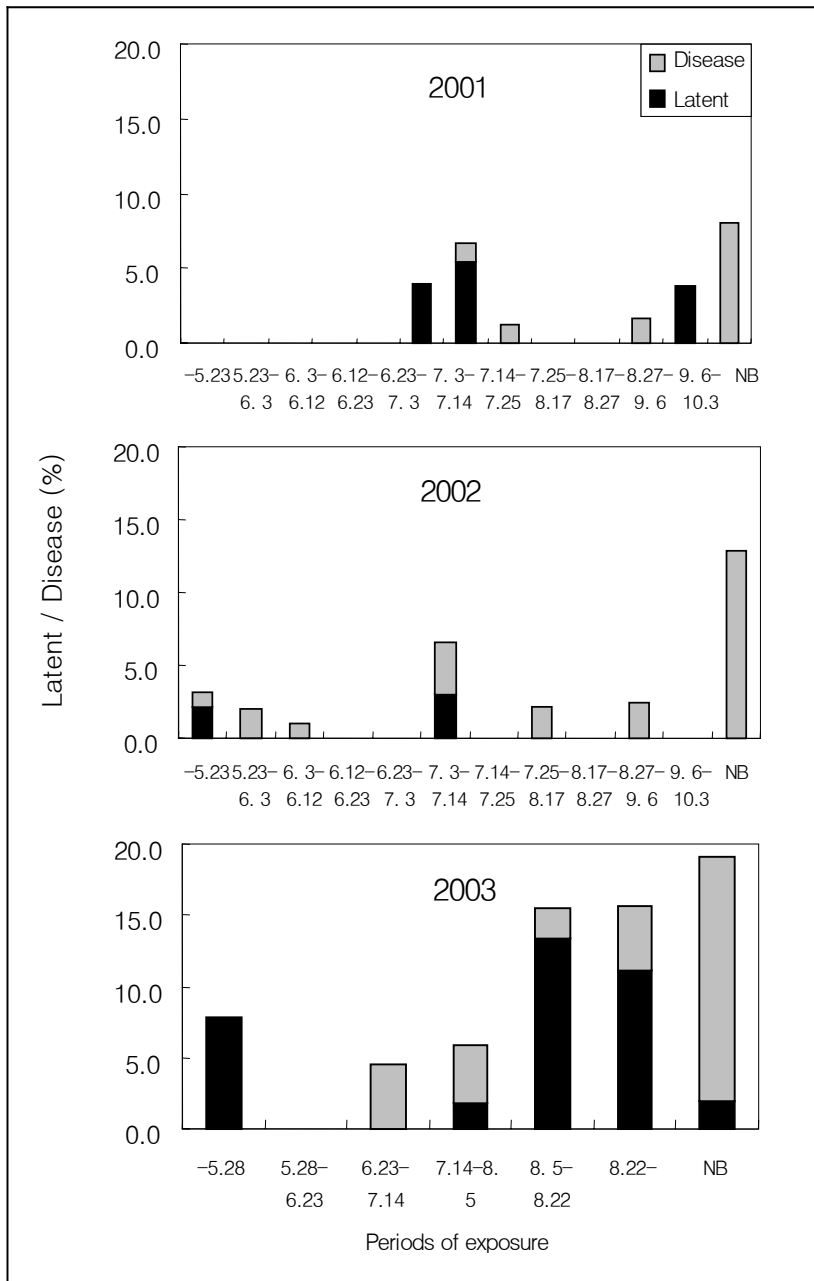


Fig 2. Disease incidence and latent infection of bitter rot occurred in every 10- or 25-day periods during the apple growing season detected by exposure of bagged apple to natural infection.
 *NB : not bagged apple for continuous exposure

이 중복감염 되었을 가능성도 배제할 수 없으므로 7월 19일 이후의 순증 감염률은 계산 할 수 없었다.

2001년에는 전체적으로 탄저병의 발생이 극히 적었던 해이며, 5월 하순 이전에 상당부분이 감염 되었고 그 이후부터 7월 중순까지는 추가의 감염이 없었으며, 7월 하순에 또다시 감염이 일어났음을 알 수 있었다.

사과 탄저병의 감염시기에 대해서 연구자들마다 여러 가지 견해가 있는데 Harada(1984)는 과실 감염이 개화전, 중, 직후에 일어나기도 하지만 대개는 성장기 중~후반에 일어난다고 하였으며, Shane(1981)은 낙화 35일 이내, 그리고 Sutton and Shane(1983)은 1차 감염이 개화 전에 일어난다고 보고하였다.

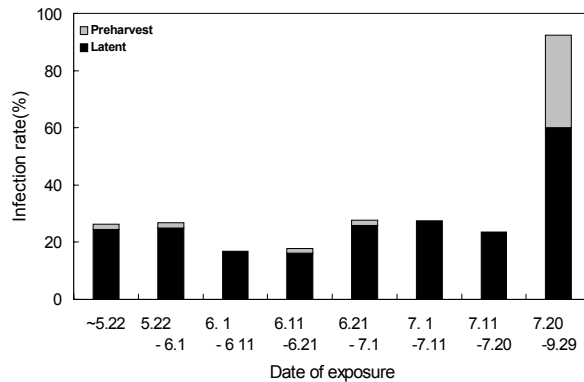


Fig. 3. Seasonal changes in infection frequency and disease incidence of apple bitter rot on cv. Jonathan determined by exposure of bagged apple to natural infection for 10-day interval in 2001 (Daegu).

이 연구에서는 5월 하순 이전에 상당량의 감염이 있었고, 또 7월 하순 이후에 감염된 것으로 나타났는데 이는 기존의 보고와 상당 부분 다르며 이러한 양상이 이 실험을 수행한 2001년의 특수한 형태인지 아니면 일반적인 양상인지는 더 연구할 필요가 있을 것으로 생각되었다.

제4장 : 초저농약 방제체계 개발을 위한 살균제의 선발

제1절 곱무늬썩음병 방제를 위한 약제의 신규 선발

1. 검정 대상 약제의 연속 살포에 의한 방제효과의 검정

가. 재료 및 방법

1) 실험포장 : 영천시 신녕면 소재, M26 후지 12년생

2) 검정 살균제 : 검정 약제의 연속 살포에 의한 방제효과 검정에는 단제로 dithianone 과 fluazinam의 2종, 합제로는 iminoctadine-triacetate + difenoconazole을, 그리고 대조약제로 iminoctadine-triacetate를 선정했는데 이들 약제에 대한 상세한 기술은 Table 2와 같다.

3) 방법

1) 검정약제의 연속 살포에 의한 방제효과 검정

곱무늬썩음병의 감염이 증가하기 시작하는 6월 중순부터 8월 하순까지 매 15일 간격으로 약제를 살포하면서 약제 살포직전과 직후에 100개씩의 과실에 봉지를 씌우고 이들 과실에서의 수확기까지의 발병율을 조사하여 각 단위 시기별 약제의 보호효과와 치료효과를 검정했다

Table 2. Details of the fungicides tested

Fungicides	Commercial name	a.i.(%) and type	Recommended dilution(×)
Dithianon	Dellan	43SC	1,000
Fluazinam	Fulonside	50WP	2000
Iminoctadine-triacetate+ Difenoconazole	Samjinwang	15+3ME	1,000
Iminoctadine-triacetate	Befran	25SL	1,000

4) 결과 및 고찰

이 실험에서는 매회 약제 살포직전과 직후에 일정수의 과실에 봉지를 씌웠으므로 Table 3에서 살포전에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율과 살포 직후에

봉지를 씌운 과실에서의 발병율의 차이는 각 시기의 치료효과를 나타내고, 살포 전에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율과 그 전회의 살포시의 약제 살포 후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율의 차이는 단위기간 중의 보호효과를 나타낸다.

이상의 기준으로 본다면 dithianon은 7월 이후에 치료효과와 보호효과 모두 낮은 것으로 나타났고, 특히 7월 26일에는 약제살포 후에 봉지를 씌운 과실에서 발병율이 오히려 증가했다 (Table 3). Fluazinam도 치료효과가 매우 낮았으며, 6월 26일과 7월 11일의 처리에서는 살포후에 봉지를 씌운 과실에서 오히려 발병율이 증가했고 그 후에는 살포 전 후에 거의 차이가 없었다 (Table 3). 그런데 삼진왕과 베푸란에서는 전기간 동안 발병율이 매우 낮게 유지 되어 전후의 차이 즉 치료효과를 논의 할 수 없었다(Table 3).

Table 3. Seasonal changes in the control efficacy of the selected fungicides against white rot determined by bagging of the fruits just prior to and after each spray

Date sprayed	Bagging	Disease incidence (%)				Untreated
		Dithianon	Fluazinam	Samzin	Iminoctadine	
6. 12	bef*	5.6	3.3	0.0	2.3	12.4
	aft*	2.4	1.1	2.2	1.1	
6. 26	bef	1.1	3.3	0.0	3.4	21.7
	aft	1.1	6.0	0.0	3.3	
7. 11	bef	6.3	10.1	1.2	2.1	33.3
	aft	4.5	14.0	0.0	0.0	
7. 26	bef	1.1	18.0	1.1	1.1	52.9
	aft	10.2	17.6	1.1	2.2	
8. 10	bef	12.1	16.3	1.1	6.4	66.3
	aft	6.7	13.2	0.0	3.5	
8. 24	bef	18.7	15.9	1.2	4.2	30.1
	aft	14.9	8.3	4.3	3.2	

a) iminocadine-triacetate + difenoconazole b) before spray c) after spray

이러한 점으로 본다면 dithianon과 fluazinam은 겉무늬썩음병 방제약제로는 부정적인 것으로 나타났다. 그런데 이 연구의 초기 단계에서는 이와 같이 동일 약제를 연속 살포하고 과실 봉지를 이용하여 약제의 작용을 한 시기에 한정하는 방법을 사용했는데, 후에 이러한 방법에 의해 얻어진 결과는 방제효과를 알

아보는 일종의 guide line에 불과하며 이들 약제를 포함하는 살포체계에서는 사용 시기 및 전후 약제의 종류에 의해 병 방제에의 기여도가 크게 달라지는 것으로 밝혀졌다. 이들 두 약제가 탄저병에 대해 높은 방제효과가 있으므로 겹무늬썩음병의 감염이 본격화하기 이전에는 사용가능할 것으로 생각되었다. 특히 fluazinam은 기본적으로 살균제이면서 비교적 높은 응애 방제효과를 나타내므로 저농약 방제 프로그램에서는 사용을 적극 고려할 필요가 있는 것으로 생각되어 다음 단계인 살포체계 내에서의 방제효과 검증에 투입했다.

2. 검증 대상 약제의 살포체계 내에서의 방제효과 검증

가. 재료 및 방법

1) 공시약제

살포체계 내에서의 방제효과 검증 대상 약제로 연속 살포에 의한 검증에 공시한 dithianon과 fluazinam, 탄저병 방제효과가 높은 것으로 알려져 있는 captan과 chlorothalonil, kresoxim-methyl을 선정했다. 또 살균제의 살포 종료 시기를 8월 하순에서 8월 중순으로 앞당길 수 있는지를 검토하기 위해 iminoctadine-triacetate와 difenoconazole의 합제인 삼진왕과 EBI제 이면서 완효성을 나타내는 것으로 알려져 있는 fluquinconazole을 검토대상 약제로 추가했다. 이들 살균제 상세한 기술은 Table 4와 같다.

Table 4. Details of the fungicides tested

Fungicides	Commercial name	a.i.(%) and type	Recommanded dilution(×)
Fluazinam	Fulonside	50WP	2000
Captan	Captan	50WP	500
Kresoxim-methyl	Haevich	47WG	2500
Chlorothalonil	Daconil	75WP	800
Iminoctadine-triacetate+ Difenoconazole	Samjinwang	15+3ME	1,000
Fluquinconazole	Parisad	10SC	500

이들 살균제를 각각의 특성에 따라 10회 방제체계에서 적절한 삼입 위치를 선정했다. 즉 fluazinam은 5월 하순과 6월 중순 두차례, captan은 5월 하순,

dithianon은 6월 하순, chlorothalonil은 7월 중순, 그리고 삼진왕과 fluquinconazole은 8월 중순에 살포하고 그 후의 최종 살포가 생략되는 시험구를 설정했다. 이 실험의 표준구는 2001년도에 농가에 보급된 연간 10회 살포체계를 사용했으며, 검정 대상 약제가 삽입된 각 시험구에서의 겹무늬썩음병 및 탄저병의 발병율을 표준 살포구와 비교함으로써 검정대상 약제와 표준구의 그 시기의 약제의 병 방제효과를 비교 하였다.

Table 5. Spray schemes for detecting the control efficacy of selected fungicides against white rot and bitter rot (2001)

Ser. No.	Date	Spray sequence in each plot							
		Stand-ard	3-Flu	3-Cap	3-Kre	4-Flu	6-Chl	8-Sam	8-Fluq
1	4. 10	Thio	Thio	Thio	Thio	Thio	Thio	Thio	Thio
2	5. 10	Sys M	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM
3	5. 25	Propi	Flua	Cap	Kre	Propi	Propi	Propi	Propi
4	6. 9	Folp	Folp	Folp	Folp	Flua	Folp	Folp	Folp
5	6. 25	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi
6	7. 10	Azox	Azox	Azox	Azox	Azox	Chlor	Azox	Azox
7	7. 25	Imino	Imino	Imino	Imino	Imino	Imino	Imino	Imino
8	8. 10	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Sam	Fluq
9	8. 25	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	-	-

Thio : thiophanate-methyl ; SysM : systhane M ; Cap : captan ; Folp ; Folpet ; Dithi : dithianon ; Azox : azpxystrobin Imino : iminoctadine-triacetate ; Tebu : tebuconazole ; Sam : samjinwang ; Flua : fluazinam ; Chlor : Chlorothalonil ; Fluq : fluquinconazole ; Propi : propineb

4) 결과

낙화직후부터 8월 하순까지 살균제를 8회 살포하는데, 그중 어느 한 차례에만 살균제를 바꿀 경우 최종 방제효과에 미치는 영향을 조사했다. 5월 26일 표준 방제력의 propineb 대신 3종의 살균제를 처리한 결과 fluazinam과 kresoxim-methyl 처리구에서는 겹무늬썩음병의 발병이 완전히 억제되었고 captan 처리구에서도 발병율이 1.2%로 표준구의 propineb 보다 우수한 것으로 나타났다 (Table 6). 그러나 탄저병 방제효과는 약간 달라 fluazinam과 captan에서는 탄저병이 완전히 억제되어 표준구의 propineb보다 우수했고 kresoxim-methyl은 propineb과 차이가 없었다. 6월 9일에는 fluazinam과

folpet을 비교했는데 겹무늬썩음병의 방제효과는 거의 차이가 없었으나 탄저병 방제효과는 fluazinam이 우수했다. 7월 10일에는 azoxystrobin과 chlorothalonil을 비교했는데 겹무늬썩음병이나 탄저병 모두에 있어서 거의 차이가 없었다. 8월 10일에는 tebuconazole대신 같은 EBI인 fluquinconazole과 역시 EBI가 함유된 삼진왕을 살포하고 8월 하순의 살포를 생략했는데, 탄저병의 발병억제에는 표준구와 큰 차이가 없었으나 겹무늬썩음병 방제효과는 낮았으므로 그 시기에 약제 살포를 종료하는 것은 무리한 것으로 판단되었다. 또 각 살균제의 감염저지효과와 발병억제효과를 나누어 검토하기 위해 잠복감염율을 구하고 그로써 감염율을 계산했는데, 약제간에 큰 차이는 없었으나 kresoxim-methyl이 겹무늬썩음병에 대해, 그리고 fluquinconazole이 탄저병에 대해 다소 높은 감염저지 효과가 있는 것으로 나타났다 (Table 6).

Table 6. Control efficacy of the chemicals substituted with those of the standard spray scheme against white rot and bitter rot.

Plots	Chemical to be tested	Time of application	Disease incidence and infection frequency (%)			
			White rot		Bitter rot	
			Dis	Inf	Dis	Inf
Standard	-	-	3.0	19.0	1.6	1.6
3-Flu	fluazinam	5. 25	0.0	12.5	0.0	0.0
3-CAP	captan	5. 25	1.2	15.0	0.0	0.0
3-Kre	kresoxim	5. 25	0.0	9.1	1.2	3.4
4-Flu	fluazinam	6. 9	3.7	16.0	0.0	0.0
6-Chlor	chlorothalonil	7. 10	3.0	16.0	1.1	1.1
8-Fluquin	fluquinconazole	8. 10	4.1	21.7	1.0	5.1
8-Sam	samzinwang	8. 10	4.5	31.5	1.0	3.3
Untreated	-	-	23.6	73.0	8.0	8.0

* refer to Table 5 for chemicals in the standard spray scheme

제2절 겉무늬썩음병 방제 약제의 보호효과 최대 지속기간.

약제 살포회수를 줄이기 위해서는 살포간격을 늘려야하는데, 이를 위해 보호 살균제에서 경제적으로 타당성이 유지 될 수 있는 보호효과의 최대지속기간을 조사했다. 이 실험은 2001년에 수행했으나 전반적 발병율이 낮아 2002년에 다시 수행했다.

1. 재료 및 방법 :

가. 공시약제 : azoxystrobin, dithianon, folpet, iminoctadine-triacetate

나. 방법

1) 2001년도 실험

한 약제당 3주씩, 그리고 무처리 3주를 포함하여 15주의 나무를 선정하고 6월 25일 시험 시작까지는 통상적인 방법으로 관리했다. 즉 4월 13일 개화직 전에 captan, 5월5일 낙화직후에 시스템엠과 진딧물 방제를 위해 imidacloprid를 혼합살포, 5월 25일에 propineb, 6월 9일에는 갈색무늬병의 1차감염을 막기 위해 ditjianon을 살포했다. 장마가 시작되기 직전인 6월 25일에 시험을 시작했는데 그 시기까지의 감염율을 알기 위해 각 구에서 100개씩의 과실에 봉지를 씌우고 4종의 공시약제를 한 약제당 3주씩의 나무에 동력분무기로 (35kPc) 살포했다. 이로부터 0, 10, 15, 20, 25, 30일에 3주의 나무에서 100개씩의 과실에 봉지를 씌워 그 시점까지의 감염율로 보호효과 지속기간을 조사했다. 무처리는 약제 살포 없이 매회 100개씩의 과실에 봉지만 씌웠다. 최종 처리일인 7월 25일에 봉지를 씌운 직후 갈색무늬병의 방제를 위해 iminoctadine-triacetate를 무처리를 포함한 전체 나무에 살포했다. 발병과는 전술한 방법으로 조사했다.

2) 2002년도 실험

2002년도에도 역시 6월 25일에 약제를 살포하고 실험을 시작했는데, 구간을 전년도약간 달리하여 0, 10, 15, 20, 30, 45일로 하였다. 5월 하순까지는 표준 방제체계에 준하여 살균제를 살포하였고, 6월 10일에는 시험기간 중에 갈색무늬병 발생우려가 있으므로 이를 방제하기 위해 dithianon 살포하였으며, 6월

25일 장마 시작과 동시에 4종의 공시 약제를 약제 당 5주의 나무에 대해 살포했다. 6월 25일을 기점으로 8월 5일까지 45일간 일체의 살균제를 살포하지 않고 10, 20, 30, 45일에 각각의 약제를 살포한 나무에 매회 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠다. 약제 살포 후 45일이 되는 8월 5일 과실에 봉지를 씌운 직후 갈색무늬병의 방제를 위해 iminoctadine-triacetate를 전면 살포했고 8월 25일에 다시 iminoctadine-triacetate를 전면 살포하고 약제 살포 종료했다. 상법에 따라 각 시기별로 봉지를 씌운 과실에서 발병율과 감염율을 구하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 2001년도 실험

이 실험을 시작한 6월 25일 무처리구에서 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이 4.0%였으나 발병은 없었고 (Table 7-1), 그 후 감염율은 급격히 증가하여 시작으로부터 10일째 되는 날 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이 37.4%에 달했고, 30일째 되는 날에는 감염율이 64.9%에 달했으나 발병율은 매우 낮아 30일째 되는 날까지 2.2%정도였다 (Table 7-1). 이러한 상황에서 약제의 종류에

Table 7-1. Duration of protective efficacy of the chemicals against white rot (2001)

Days from spray ^{a)}	Disease incidence and infection frequency (%)									
	Azoxystrobin		Dithianon		Folpet		Iminoctadine		Untreated	
	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf
0 (B) ^{b)}	0.0	7.8	0.0	2.0	0.0	15.7	0.0	2.0	0.0	4.0
0 (A) ^{c)}	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.0
10	0.0	0.0	1.1	5.2	1.1	5.0	2.2	6.1	4.7	37.4
15	0.0	8.2	0.0	3.9	1.1	14.8	0.0	4.0	1.1	46.4
20	0.0	15.7	1.1	11.1	1.1	11.3	0.0	5.9	2.2	55.7
25	2.1	29.8	0.0	27.5	4.4	36.4	3.4	49.4	2.2	68.9
30	0.0	10.0	4.4	24.0	2.2	43.4	1.1	33.1	2.2	64.9

a) : Chemicals were sprayed on 25 Jun. b) : bagged just prior to chemical spray ; c) : bagged just after chemical spray

따라 다소의 차이는 있었으나 약제의 처리에 의해 감염율은 크게 낮아졌다. 그런데 발병율은 약제 살포 후 30일이 경과하여도 매우 낮은 수준으로 유지되었으나 이는 약제 간에는 물론 무처리구와 비교해도 거의 차이가 없었다. 따라서 이 실험으로는 전반적인 발병율이 너무 낮아 당초에 기대한 결과는 얻을 수 없었으므로 차년도에 다시 실험했다.

2) 2002년도 실험

2002년도에는 무처리구에서의 감염율은 전년도와 크게 다르지 않았으나 발병율에 있어서는 상당한 차이가 있어 실험 개시 20일째에 봉지를 씌운 과실에서 발병율이 10%를 넘었고 45일째에는 18.0%로 전년도의 2.2%와는 큰 차이가 있었다 (Table 7-1,2). 시험개시일인 6월 25일까지 무처리구에는 15.3%가 감염되어 3.3%가 발병했는데, 같은 날 folpet과 azoxystrobin 처리구에서는 감염율이 각각 2.2%와 2.4%로 크게 줄었고 발병은 없었다는 점으로 본다면 이들 두 약제가 치료효과를 나타낸 것으로 해석할 수 있다 (Table 7-2). 감염저지

효과는 azoxystrobin을 제외한 3약제간은 물론 무처리와도 큰 차이가 없었다.

Table 7-2. Duration of protective efficacy of selected fungicides against white rot (2002)

Days from spray ^{a)}	Disease incidence 및 infection frequency (%)									
	Azoxystrobin		Dithianon		Folpet		Iminoctadine		Untreated	
	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf
0	0.0	2.4	2.6	22.7	0.0	2.2	2.9	8.0	3.3	15.3
10	0.0	2.4	2.9	24.1	1.3	11.4	2.9		6.8	20.4
15	1.4	4.8	2.9	28.8	1.2	21.4	4.9	22.6	7.0	33.7
20	2.6	4.1	4.1	34.9	5.3	23.7	1.3	40.4	10.4	36.5
30	2.6	4.4	4.5	32.0	6.0	26.0	5.8	43.8	16.0	53.6
45	3.8	15.2	9.2	81.1	11.6	69.5	26.7	76.3	18.0	56.0

a) Chemicals sprayed on 25 Jun.

그러나 발병억제효과는 무처리와 큰 차이가 있었으므로 이는 이들 3약제의 발병억제효과에 기인하는 것으로 판단되었고 azoxystrobin의 방제효과는 감염저지 효과와 발병억제 효과가 겸비된 것으로 판단되었다. 이들 약제의 병 방제효과를 발병억제효과 만으로 본다면 azoxystrobin은 45일, iminoctadine과 dithianon은 30일 그리고 흘렛은 15일까지 실용적 수준의 발병억제효과가 지속되는 것으로 나타났다 (Table 7-2). 따라서 azoxystrobin, iminoctadine 및 dithianon은 25일 방제체계에 활용할 수 있는 약제로 판단되었다.

제3절 겹무늬썩음병 방제 약제의 치료효과 최대 지속기간

우리나라의 사과원에서 가장 빈번하게 사용되는 Iminoctadine-triacetate는 기본적으로 보호살균제 이면서도 겹무늬썩음병에 대해 상당히 높은 정도의 치료효과를 나타내는 것으로 밝혀진 바 있었고 (엄 2000), strobilulin 제제로 최

근 사과원에 사용되기 시작한 azoxystrobin 역시 기본적으로 보호살균제인데 역시 겹무늬썩음병에 대해 치료효과가 있는 것으로 보고되었다 (엄 2000). 일반적으로 치료효과는 병원균이 침입한 후 단시간 이내에 처리해야만 그 효과를 기대할 수 있으나 (Solel 1977) 겹무늬썩음병의 경우 EBI는 침입 후 시간이 경과할수록 치료효과가 높아진다는 사실이 발견되었다 (Kim and Uhm 2002). 따라서 치료효과가 있는 보호살균제에서도 병원균이 침입하고 장시간이 경과한 후에 처리해도 치료효과가 나타나는지를 확인할 필요가 있고, 또 그것이 사실로 확인된다면 살균제의 살포간격을 넓힐 수 있는 확실한 근거가 될 수 있으므로 이들 두 가지 약제가 겹무늬썩음병에 감염된 과실을 치료할 수 있는 최대 기간을 조사하였다. 이 실험도 처음 2001년에 수행했으나 발병율이 낮아 2002년에 다시 수행했다.

1. 재료 및 방법

검정 약제 : azoxystrobin, iminoctadine-triacetate

2. 방법

한 약제 당 3주씩의 나무를 배정하고 5월 25일까지는 통상의 방법으로 방제하였으며 가급적 많은 감염과를 얻기 위해 실험시작일인 7월 17일까지 살균제는 살포하지 않았다. 그 시기까지 감염된 과실에 한정하여 공시약제의 치료효과를 검정하고 그 후의 추가 감염을 막기 위해 실험대상 나무에 착과된 과실 전체에 봉지를 씌웠다. 그 날을 기점으로 하여 0, 8, 18, 28일에 매회 3주의 나무에서 100개씩의 과실에 봉지를 벗기고 공시약제를 살포하였으며 약액이 건조한 후 다시 봉지를 씌워 추가 감염을 막았다. 무처리구는 실험 시작일인 7월 17일에 100개의 과실에 봉지를 씌워두었다. 그 후 8월 25일에 갈색무늬병 방제를 위해 iminoctadine-triacetate를 전면 처리하고 약제살포 종료하였으며 10월 상순 봉지를 벗기기까지 특별한 추가 조치는 없었다, 10월 상순 상법에 따라 봉지를 제거하고 수확기까지의 발병율과 수확 후의 잠복감염율을 조사하였다.

2002년도의 실험 방법은 전부 전년도와 동일하나 실험 개시일이 7월 5일로 전년도 7월 17일보다 보다 빨라졌으며, 실험 종료일 또한 8월 5일로 전년도 8

월 14일보다 9일 빨라진 것 뿐이다.

3. 결과 및 고찰

이 실험은 자연 감염된 과실을 이용하므로 어느 일정 시점에 감염된 과실로 실험하기 어렵다. 따라서 이 연구에서는 7월 17일까지 약 1개월간 살균제를 살포하지 않은 나무에서 그 시기까지 누적 감염된 과실에 대해 실험했다. 2001년도의 사과 생육 시기별 감염율을 조사한 결과를 보면 (Fig. 1) 그 시기까지의 감염은 대부분 6월 중순 이후에 일어난 것으로 추정할 수 있었다. 약제처리를 시작한 7월 17일 약제 살포직전에 실험 대상 과실 전체에 봉지를 씌웠다. 그때 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이 74.2%나 되었는데 (Table 8-1), 이는 그 시기까지의 누적 감염율로 볼 수 있다. 이러한 정도로 감염된 과실에 대해 8-10일 간격으로 매회 별개의 과실에 약제를 처리한 결과 발병율과 감염율이 큰 폭으로 낮아졌는데, 약제 처리일이 실험 시작일로부터 멀어 질수록 그 감소 폭이 더 커졌다.

실험 개시일에 약제 살포 후 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이 iminoctadine-triacetate에서 51.6%, 그리고 azoxystrobin 살포구에서 33.4%로 상당한 정도 낮아졌고 그 후 28일 까지 약간의 예외는 있으나 지속적으로 감소하였다 (Table 8-1). 또 발병율에 있어서도 실험 시작당일 무처리에서 8.9%였으나 약제 처리에 의해 지속적으로 낮아졌는데, iminoctadine-triacetate의 경우 18일 후의 처리에서 2.2%로 실험 개시일로부터 시일이 경과 할수록 지속적으로 낮아졌다가 28일 후의 처리에서는 4.2%로 다시 반등하였다 (Table 8-1). 한편 azoxystrobin 처리 구에서는 실험 당일의 처리에 의해 2.1%로 낮아졌는데 18일 후의 처리까지 변동이 없었으나 8월 14일 시험개시로부터 28일후의 처리에서는 더욱 낮아져 1.1%에 불과했다 (Table 8-1).

2002년도의 시험결과는 대체적으로는 전년도와 거의 비슷하여 약제처리일이 실험 개시일로부터 멀어질수록 감염율이나 발병율이 낮아졌다. 2002년도 실험에서는 무처리를 각각의 처리구에 두었는데 iminoctadine-triacetate 처리구에서는 감염율이 57.9%였는데 그중 28.6%가 발병하여 전년도 보다 발병율이 크게 높았다 (Table 8-1, 2). 이러한 감염 상황에서 iminoctadine-triacetate를 처

리한 결과, 실험개시일로부터 20일후인 7월 25일의 처리까지 발병율이 5.4%로 지속적으로 낮아졌으나 그 10일 후인 8월 5일의 처리에서는 발병율이 17.2%로 크게 높아졌다 (Table 8-2). 한편 azoxystrobin 처리구의 무처리과실에서의 감염율은 iminoctadine-triacetate 처리구보다 크게 높아 74.0%였고 발병율은 28.4%로 거의 차이가 없었다 (Table 8-2). 이러한 상황에서 azoxystrobin의 치료효과를 검정했는데 실험개시일로부터 10일후인 7월 15일의 처리까지 발병율이 7.7%로 낮아졌으나 20일 후인 7월 25일의 처리부터 발병율이 다시 증가하였다 (Table 8-2). 감염율의 감소 및 증가 양상은 발병율과 거의 비슷했다.

Table 8-1. Transition of curative efficacy of the chemicals against apple white rot by the time between the infection and chemical application (2001)

Date spraying	Days from bagging	Disease incidence and infection frequency (%)			
		Iminoctadine-triacetate		Azoxystrobin	
		Disease	Infection	Disease	Infection
	Untreated	8.9	74.2	8.9	74.2
7. 17	0	5.6	47.6	2.1	33.4
7. 25	8	3.2	51.2	2.0	34.0
8. 4	18	2.2	23.5	2.2	41.4
8. 14	28	4.2	26.2	1.1	35.8

Table 8-2. Transition of curative efficacy of the chemicals against apple white rot by the time between the infection and chemical application (2002)

Date spraying	Days from bagging	Disease incidence and infection frequency (%)			
		Iminoctadine-triacetate		Azoxystrobin	
		Disease	Infection	Disease	Infection
7. 5	Untreated	28.6	57.9	28.4	74.0
7. 5	0	16.3	37.7	11.6	54.5
7. 15	10	9.8	31.8	7.7	44.1
7. 25	20	5.4	35.7	10.9	48.8
8. 5	31	17.2	50.0	17.9	63.5

이상의 결과로부터 보호살균제인 iminoctadine과 azoxystrobin은 겹무늬썩음병에 대해 상당 정도의 치료효과를 나타내며 그 효과는 병원균의 침입 후 시간이 경과해도 변동하지 않고 iminoctadine-triacetate의 경우 오히려 증가하는

현상까지 관찰되었다. 겹무늬썩음병에 대한 치료효과는 다른 병과는 다소 다른 점이 있을 수 있다. 겹무늬썩음병균은 과점을 통해 감염되어 상당기간 동안 과점 조직 내에서 생존하는데 (엄 2000) 과점조직은 코르크화한 세포로 구성되어 있으므로 이 조직으로의 약제의 침투는 일반적인 침투성 살균제의 생체 조직으로의 침투와 달리 단순히 죽은 조직으로 스며드는 것으로 볼 수 있다. 따라서 이 들 약제의 치료효과는 겹무늬썩음병균의 균사에 대한 단순한 살멸 작용일 수 있으며 치료효과 유지 기간은 병원균이 과점 내에 잠복하고 있는 전 기간, 즉 발병 직전까지일 수도 있을 것으로 생각되었다. 이러한 결과로 본다면 이들 약제를 7월 중.하순 경에 살포하면 그 이전에 감염된 과실은 감염된 시기와 관계없이 상당부분 치료할 수 있으므로 그 이전에는 살포간격을 크게 늘릴 수 있을 것으로 생각되었다.

제4절 방제체계에 있어서 특정 시기에 살포된 약제가 다음 약제의 겹무늬썩음병 방제효과에 미치는 영향

이 연구 책임자는 '97농특과제 수행 중 5월 하순에 살포한 살균제가 그 다음 약제의 병 방제효과에 영향을 미친다는 사실을 발견되었는데, 이 실험에서는 그 현상을 재확인하고 나아가서 여러 시기에서 이 현상을 검정했다.

1. 생육초기에 살포한 살균제가 다음에 살포되는 살균제의 방제효과에 미치는 영향 가. 재료 및 방법

1) 시험장소 : 영천시 청통면 후지/M26 18년생

2) 공시약제 : propineb, folpet, cabendazim, thiram, azoxystrobin

3) 방법 : 이 실험에서의 기본 살포력은 2001년도 농가 보급 살포력을 적용했는데 이 실험을 수행한 농가 과수원은 낙화직후의 약제 살포가 끝난 후에 임차했으므로 그 시기까지의 약제는 기본 방제력과 다소 차이가 있다. 그러나 5월 하순의 3회차부터는 기본 살포력을 적용했는데, 그 살포력의 3회차에 5종의 공시 약제와 무처리구를 배치했고 나머지 시기의 살균제는 전부 동일하도록 했다 (Table 9).

각 약제당 5주의 나무를 선정하고 5월 25일에 4종의 공시약제를 살포하고 그 후에는 매 15일 간격으로 표준 방제력에 준하여 약제를 살포했는데, 매회 약제 살포 전후에 각각 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠다. 10월 상순에 상법에 따라 봉지를 제거하고 각 시기에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율 및 감염율을 전술의 방법으로 조사하였다. 그리고 이들 약제를 대체한 각 구에서의 최종 방제효과를 검정하기 위해 봉지를 씌우지 않은 과실에서의 발병율과 감염율도 조사하였다. 또 2002년도 이 실험을 수행한 포장에서는 점무늬낙엽병과 갈색무늬병이 발생하였으므로 이들 병의 이병엽율도 조사했다. 잎에 발생하는 병해의 조사에는 6월 상순경에 주당 10개씩의 작은 가지로 조사대상 가지로 미리 정해 놓고 점무늬낙엽병은 7월 중순에 갈색무늬병은 9월 중순에 조사했다.

Table 9. Fungicidal spray schemes for detecting the effects of the chemicals sprayed in early growing season on the control efficacy of the latter chemicals.

Ser. No.	Date	Spray sequence in each plot					
		3-Pro	3-Fol	3-Cab	3-Thi	4-Azo	Cont.
1	4. 10	Thiop	Thiop	Thiop	Thiop	Thiop	Thiop
2	5. 10	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M
3	5. 25	Propineb	Folpet	Cabend	Thiram	Azoxy	-
4	6. 9	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet
5	6. 25	Dithian	Dithian	Dithian	Dithian	Dithian	Dithian
6	7. 10	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy
7	7. 25	Iminoct	Iminoct	Iminoct	Iminoct	Iminoct	Iminoct
8	8. 10	Tebucon	Tebucon	Tebucon	Tebucon	Tebucon	Tebucon
9	8. 25	Samzin	Samzin	Samzin	Samzin	Samzin	Samzin

Thiop : thiophanate-methyl ; Sys M : systhane M ; Dithian : dithianon ; Azoxy : azpxystrobin ; Iminoct : iminocadine-triacetate ; Tebucon : tebuconazole ; Samzin : iminocadine-triacetate + difenoconazole ; Cabend : cabendazim

다) 결과 및 고찰

사과원의 일반적 살포체계를 보면 낙화직후의 시스템엠은 myclobutanil과 mancozeb의 합제로 일차적 목표는 myclobutanil에 의한 붉은별무늬병의 방제이고 2차적으로는 광범위 살균제인 mancozeb으로 그 시기에 감염될 수 있는 점무늬낙엽병, 탄저병 및 그을음병 등을 억제한다는 것인데, 이 시기의

mancozeb이 어느 정도 역할을 하는 지는 분명하지 않다. 그러나 5월 하순경에 살포되는 3회차 약제부터 여러 가지 병의 방제에 직접 관여하는 것으로 생각되는데 이 실험의 결과에 의하면 겹무늬썩음병의 방제에 결정적 역할을 하는 것으로 밝혀졌다. 특히 이 시기의 약제는 다음 살포 약제의 겹무늬썩음병에 대한 작용에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 그 양상은 대단히 복잡했다. 이 실험에서는 3회차에만 약제를 달리했고 그 후의 약제는 전부 동일하게 했는데, 3회차의 약제의 종류에 따라 4회차 이후의 각 약제의 겹무늬썩음병 방제 효과에 큰 차이가 나타났으며 특히 약제 살포 직후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율에 큰 차이가 있었다. 그 중 가장 두드러진 것은 5회차의 dithianon의 작용인데 cabendazim과 그 시기에 살균제를 살포하지 않은 대조구에서만 치료 효과를 나타내어 dithianon살포 후에 봉지를 씌운 과실에서 발병율이 감소했으나 나머지 구에서는 전부 dithianon 살포에 의해 발병이 증가했는데, 특히 thiram과 propineb 살포구에서는 큰 폭으로 증가했다 (Fig. 4). 겹무늬썩음병에 있어서 살균제의 작용에는 매우 특이한 점이 있는데 살균제 살포 직전과 직후에 봉지를 씌우고 봉지 씌운 과실에서의 발병율과 감염율을 비교해보면 대부분의 경우 살포 후에 봉지를 씌운 과실에서 발병율이나 감염율이 낮아지며 그 정도는 약제에 따라 매우 큰 차이가 있는 것으로 보고되어 있으며 그러한 성질을 이용하여 저농약 살포체계가 작성되었다 (엄 2000). 이 실험에서도 대부분의 경우 살포 후에 발병율이나 감염율이 낮아졌으나 dithianon에서만 증가하였고 그것도 3회차의 살균제의 종류에 따라 좌우된다는 점은 매우 특이한 현상으로 생각되었다. 그리고 thiram의 경우에는 그 자체의 살포에 의해서도 발병율이나 감염율 모두 증가했는데 (Fig. 4), 이러한 현상은 1997년도의 실험에서도 관찰된 바 있다 (엄 2000). 그런데 약제의 살포 후에 발병율이 증가하는 경우 중에도 folpet, thiram 및 propineb 살포구에서는 감염율도 동시에 증가했는데, 이러한 현상은 더욱 설명하기 어렵다. 이 실험에서는 약제 살포 후 약액이 건

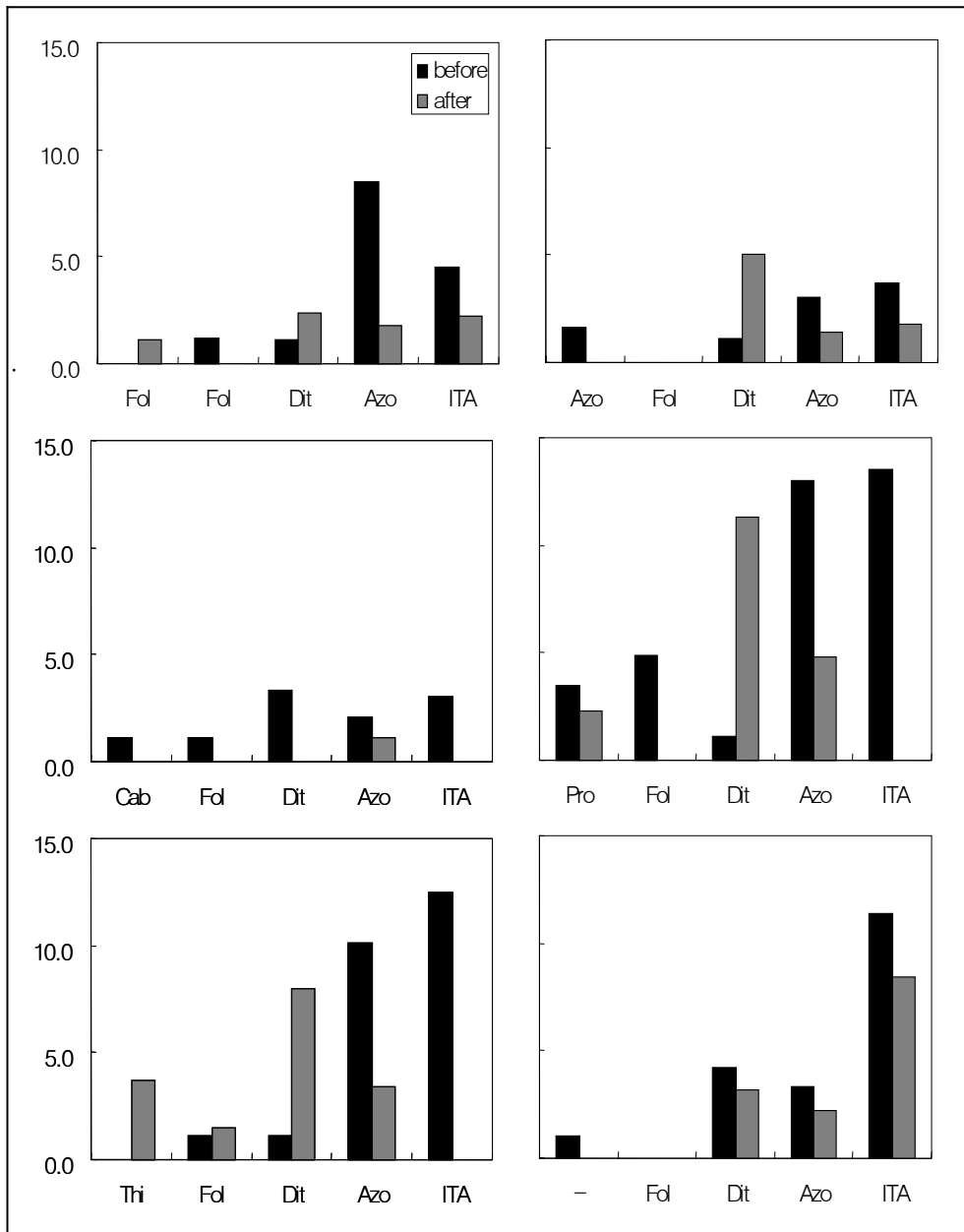


Fig. 4. Effect of chemicals sprayed at late May (26 May) on the suppression of white rot by the chemicals sprayed latter.

* Fol : folpet ; Dit : dithianon ; Azo : azoxystrobin ; Imi : iminoctadine-triacetate ; Thi : thiram ; Cab : cabendazim

조하면 바로 봉지를 씌웠으므로 그 사이에 감염이 증가한다고 보기는 어렵고 그 시기까지 이미 잠복 감염되어 있는 상태에서 약제의 작용에 의해 병원균이 활성화 된 것으로 볼 수밖에 없다고 생각되었다. 만약 발병율이 증가하고 감염율은 그만큼 감소한다면 설명은 비교적 간단하지만 감염율도 동시에 증가한다면 이는 설명이 다소 복잡해 질 것으로 생각되나, 한 개의 과실에 복수의 감염이 일어난다고 가정하면 설명은 가능할 것으로 생각되었다.

필자 등은 겉무늬썩음병의 감염 최성기인 7월 중순에 비가 내린 다음날 사과 과실 표면에 부착한 겉무늬썩음병의 포자를 계수한 바 있는데, 후지품종 20년생 나무에서 수관 내외부 또는 겉무늬썩음병의 가지 감염에 의해 사마귀가 형성된 가지의 주변 등 여러 위치로부터 과실을 채취하여 detergent 중에서 sonication 하여 부착된 포자를 이탈 시키고 현미경 하에서 포자수를 계수한 결과, 최저 6천개에서 최고 36만개까지의 포자가 검출되었다 (정 1993). 또 겉무늬썩음병균의 침입문호는 과실표면에 무수히 산재하는 과점이고 보면 한 개의 과실에 다수의 과점으로 병원균이 침입할 수 있을 것으로 생각된다. 그런데 겉무늬썩음병에 있어서 또 하나의 특이한 점은 많은 과점에 병원균이 침입할 수 있으나 대부분의 경우 1개소에서만 발병하며 한 개의 과실에 복수의 병반이 형성되는 경우는 거의 없다. 또 겉무늬썩음병은 감염되어도 발병까지 이르는 경우는 살균제의 살포체계에 따라 다르지만 감염과실 중에 일부만 발병하며 많은 부분이 잠복감염 되는데, 1998년도 경북지방의 8개 독농가에서 생산된 과실에 잠복감염율을 조사한 결과, 22.2%에서 95.3%에 이르는 것으로 밝혀졌다 (엄 2000). 따라서 한 개의 과실에서도 많은 과점으로 병원균이 침입할 수 있으나 대부분은 중도에 도태되고 수확기까지 잠복감염이나 발병으로 이어지는 경우는 극히 적은 것으로 생각할 수 있고 이러한 상황에서 dithianon이나 thiram은 그 도태되는 비율을 낮추는 것으로 볼 수 있다.

또 dithianon의 살포에 의해 발병이나 감염이 증가하는 현상은 이 실험에서만 관찰된 것이 아니고 이 연구의 전반에 걸쳐서 거의 예외 없이 나타났는데, 이 실험에서 밝혀진 특이 사항은 발병과 감염의 증가 현상의 출현이 5월 하순에 살포한 약제의 종류에 따라 좌우되고 또 그 정도도 달라진다는 점이다.

한편 이 실험에서 검정한 약제 중에 cabendazim은 dithianon 뿐만 아니고

다음에 살포되는 대부분 약제의 겹무늬썩음병 치료효과를 크게 높였는데, cabendazim 구에서 각 약제 살포 후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병은 azoxystrobin에서 1.1%가 발병한 것 이외에 완전히 억제되었다 (Fig 4).

3회차에서 약제를 달리한 각 구에서 봉지를 씌우지 않은 과실에서의 최종 발병율과 감염율을 Table 10에 나타내었는데, 여기에서도 큰 차이가 나타났다. Propineb과 thiram을 살포한 구에서의 발병율이 각각 6.3%와 5.5%인데 반해 cabendazim과 azoxystrobin을 살포한 구에서의 발병율이 각각 1.1%와 0%라는 점으로 본다면 3회차의 약제가 최종 방제에도 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다 (Table 10). 그리고 3회차에 propineb을 살포한 구와 그 회차에 살균제를 생략한 대조구를 비교해 보면 대조구에서 겹무늬썩음병의 발병율이 3.4%였는데 propineb을 살포한 3-Pro에서는 6.3%나 되어 그 시기의 propineb은 생략한 편이 오히려 겹무늬썩음병의 방제 효과를 높인 것으로 나타났다 (Table 10).

Table 10. Effect of the chemicals applied at early apple growing season on the final control of major diseases.

Treatment	Disease incidence (%)					
	White rot		Bitter rot		Alternaria blotch	Marssonina blotch
	Dis	Inf	Dis	Inf		
3-Pro	6.3	36.3	1.6	1.6	0.0	1.0
3-Azo	0.0	12.5	1.6	3.6	0.0	0.0
3-Cab	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0	1.2
3-Fol	3.3	11.7	1.8	1.8	1.1	1.0
3-Thi	5.5	20.2	2.1	2.1	1.0	1.3
Cont.	3.4	16.0	2.7	6.6	2.1	1.2

그러나 그 시기에 살균제를 생략할 경우 탄저병의 감염이 현저히 증가하였고 발병율 또한 높아졌으므로 실제에 있어서는 생략은 곤란한 것으로 생각되었다. 또 3회차의 살포 약제는 겹무늬썩음병의 최종 감염율에도 큰 영향을 미치는

것으로 나타났는데 cabendazim 살포구에서는 잠복감염율이 1.1%에 불과했으나 propineb 살포구에서는 36.3% 그리고 thiram 구에서는 20.2%로 매우 큰 차이를 나타내었다. 3회차의 살균제는 탄저병 감염에도 어느 정도 영향을 미치는 것으로 나타났으나 겹무늬썩음병의 경우처럼 그리 현저하지는 않았다 (Table 10). 그리고 2002년도에는 점무늬낙엽병과 갈색무늬병이 소량 발생했는데, 3회차의 살균제의 종류에 따른 차이는 발견되지 않았다 (Table 10).

이상과 같이 사과 생육 초기에 사용한 살균제가 최종 방제에 까지 매우 큰 영향을 미치는 것은 지금까지 알려진 바 없는 전혀 새로운 사실인데 현재로서는 이 현상을 정확히 설명할 수는 없다. 다만 cabendazim은 겹무늬썩음병의 포자형성을 강하게 억제하므로 (엄 2000) 생육초기부터 전염원의 밀도를 줄이기 때문에 생육기 전반을 통해 감염율을 낮게 유지한 것으로 보이며, azoxystrobin의 경우는 이 연구에서 보호효과 최대 지속기간을 조사하는 실험에서 45일간 실용적 보호효과가 유지 되었다는 점으로 (Table 7-2) 어느 정도 설명이 가능할 것으로 생각된다. 이러한 현상의 원인을 비록 정확히 설명은 할 수 없었으나 이는 살포력 개발에 매우 유용한 정보로 활용되었다.

2. 살포체계에서 생육 중기의 살균제의 변경이 겹무늬썩음병 및 탄저병 방제에 미치는 영향

2001년도의 실험에서 사과 생육초기인 5월 하순의 3회차 살균제를 변경한 결과, 겹무늬썩음병의 최종 방제효과에 큰 영향이 있는 것으로 나타났는데, 생육 중기의 살균제를 변경할 경우 어떤 결과가 생길지에 대해 검토했다.

가. 재료 및 방법

1) 시험장소 : 영천시 신녕면 후지품종 15년생

2) 방법 : 지금까지의 실험 결과를 활용하여 Table 8과 같은 기본 살포력 (Basic)을 작성했다. 전년도의 실험에서 3회차의 살균제로는 azoxystrobin과 cabendazim이 이 우수한 것으로 나타났으나 후자는 benzimidazole계 살균제로 탄저병에 대해 부정적인 영향을 줄 수 있다. 사과 탄저병균에는

*Collectotrichum gloeosporioides*와 *C. acutatum*의 2가지 종이 있는데, 이들 중 후자는 benzimidazole계 살균제에 대해 감수성이 전혀 없으므로 (仕藤 1996) 그 시기에 이 약제를 살포할 경우 탄저병이 격발할 가능성이 있기 때문에 cabendazim을 선택할 수 없었다. 따라서 이 실험에서의 3회차 살균제로는 azoxystrobin으로 결정하였다.

Table 11. Fungicidal spray schemes for detecting the effects of the chemicals sprayed in mid-season of apple growth on the control of white rot and bitter rot.

Ser. No.	Date sprayed	Spray sequence						
		Basic	02F1	02F2	02F3	02F4	02F5	02F6
1	4. 4	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
2	5. 2	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M	Sys M
3	5. 23	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy
4	6. 8	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz
5	6. 25	Dithi	Metir	Trflox	Chloro	Dithi	Dithi	Dithi
6	7. 10	Folp	Folp	Folp	Folp	Metir	Trflox	Chloro
7	7. 25	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
8	8. 17	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu
9	8. 28	Samz	Sanz	Samz	Samz	Samz	Sanz	Samz

Sys M : systhane M ; Dithi : dithianon ; Azoxy : azpxystrobin ; ITA : iminocladine-triacetate ; Tebu : tebuconazole ; Samz : iminocladine-triacetate + difenoconazole ; Fluaz : fluazinam ; Triflox: trifloxystrobin ; Chloro : chlorothalonil

6월 상순의 약제로는 fluazinam을 선정했는데, 이 약제는 이 연구의 제3장 제1절의 실험에서 꺾무늬썩음병 방제효과는 그리 높지 못했으나 탄저병 방제 효과가 높은 것으로 밝혀졌고 또 응애 방제효과를 겸하고 있는 것으로 알려져 있다. 이 시기에는 탄저병의 감염이 본격화되는 시기이므로 탄저병 방제효과가 높은 약제가 필요하다. 그런데 꺾무늬썩음병도 이 시기에 감염이 증가하지만 직전에 azoxystrobin이 있으므로 크게 우려하지 않아도 될 것으로 생각되었다. 따라서 6월 상순경의 4회차 살균제로는 fluazinam이 적합한 것으로 판단했다.

6월 하순의 5회차 살균제로는 dithianon이 선정되었는데, 이 약제는 전년도의 실험에서 꺾무늬썩음병의 발병율과 감염율을 증가시키는 문제가 발견되었으나 이 시기도 역시 탄저병이 가장 중요한 target가 되고 또 갈색무늬병의 1

차전염 차단을 위해서도 이 시기에 dithianon을 선정하지 않을 수 없었다.

7월 중순의 6회차 약제로는 folpet이 선정되었는데 이 약제는 '97농특과제 연구에서 겹무늬썩음병에 대해 높은 방제효과가 있는 것으로 밝혀졌으나 그 후에 탄저병 방제효과가 다소 낮은 결점이 밝혀졌지만 이 시기에 특별한 약제가 없으므로 잠정적으로folpet을 선정했다. 그리고 7월 하순의 7회차부터 9회차까지는 모두 겹무늬썩음병의 치료와 갈색무늬병의 방제를 위해 iminoctadine-triacetate, tebuconazole, 삼진왕이 선정 되었다.

이상의 원칙에 의거하여 기본 살포력을 작성하고 5회차의 dithianon 대신 metiram, trifloxystrobin 그리고 chlorothalonil을 각각 대체한 살포력을 작성했고, 또 6회차의 folpet을 역시 3종의 약제로 대체한 살포력을 작성하여 겹무늬썩음병, 탄저병, 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병 방제효과를 검정했으나 2002년도에는 잎 병해는 발생하지 않아 이들 병해에 대한 검정은 하지 못했다.

나. 결과 및 고찰

2002년도에는 병 발생이 적어 약제의 대체효과가 그리 크게 나타나지 않았으나 생육중기의 약제도 최종 방제효과에 어느 정도 영향이 있는 것으로 나타났으나 생육초기의 약제처럼 큰 차이는 나타나지 않았다. 02F1에서 02F3까지

Table 12. Control of white rot and bitter rot by the spray schemes in which the mid-season chemicals were varried.

Plots	Disease incidence and infection frequency(%)			
	White rot		Bitter rot	
	Disease	Infection	Disease	Infection
02F1	2.1	8.3	21	42
02F2	12	14	12	12
02F3	30	37	10	10
02F4	54	54	09	09
02F5	28	54	31	38
03F6	22	22	10	10
02F7	21	28	12	32
02F8	12	12	16	23

* refer to Table 8 for sequence of fungicides in each plot.

는 기본살포력 (Basic)과 5회차의 살균제만 다르고 전부 동일하나 겹무늬썩음병의 발병율에 있어서 상당한 차이를 보였다 (Table 12). Dithianon을 chlorothalonil로 대체한 02F3에서 겹무늬썩음병의 발병율이 5.4%인데 반해 metiram을 대체한 02F1에서는 1.2%에 불과하여 큰 차이를 나타내었다 (Table 12). 그런데 탄저병 방제효과에 있어서는 그러한 차이가 발견되지 않았고 basic에서 2.1%로 다른 구 보다 다소 높았다.

기준 살포력의 6회차 약제인 folpet을 metiram, trifloxystrobin 및 chlorothalonil로 대체한 경우 겹무늬썩음병 방제효과에는 거의 차이가 없었으나 탄저병 방제효과에 있어서는 metiram을 대체한 02F4에서 3.1%로 다른 약제 대체구 보다 높았다.

이상과 같이 생육 중기의 약제를 여러 가지로 변경한 결과 겹무늬썩음병이나 탄저병 방제에 어느 정도 영향이 있는 것으로 밝혀졌으나, 전반적으로 감염율은 물론 발병율도 낮아 2001년도의 생육초기 약제 변경에서 볼 수 있었던 큰 차이는 없었다. 그러나 만약 이 실험을 병이 많이 발생하는 해에 수행해도 이와 유사한 결과가 얻어 질지는 의문이다.

제5절 방제체계내의 개별 약제의 기여도 평가법 개발

겹무늬썩음병은 낙화 2주후부터 9월 중순경까지 감염되고 (平良木 등 1981) 탄저병은 낙화기부터 수확기까지 감염되나 발병시기는 겹무늬썩음병은 8월 중순 이후, 탄저병은 7월 하순 이후부터이므로 (林 1984, 尾形 1992 飯島 1999) 약제 살포가 거의 종료되는 시점에 가서 발병이 시작되는 셈이다. 따라서 감염가능기간 중에 살포한 개별 약제의 방제효과를 검정할 수 없고 그 기간 중에 살포된 약제의 집합적 방제효과로 표출된다. 만약 방제가 부진하여 병의 발생이 많았다면 그 기간 중에 살포된 약제 중에 어떤 약제가 부적절했는지를 판단할 수 없다. 특히 겹무늬썩음병과 탄저병은 살균제의 감수성에 있어서 미묘한 차이가 있으므로 두 가지 병 모두에 대해 높은 방제효과를 발휘하는 살균제는 없으므로 그 판단은 더욱 어렵다 (엄 1998, 1999). 만약 특정 살포체계에 따라 살균제를 살포하여 얻어진 방제 결과에 있어서 개별 살균제의 기여도

를 적절히 평가할 수 있는 방법이 개발되면 방제력 구성 약제의 선정 및 최적 살포시기의 선정 그리고 살포간격의 설정 등 방제체계의 개선이 용이해 질 것으로 생각되어 살포력을 구성하는 개별 살균제의 병 방제에의 기여도를 평가하는 방법을 개발했다.

1. 재료 및 방법

가. 실험장소 : 영천시 신녕면 후지/M.26 15년생

나. 방법 : 살균제의 살포간격을 낙화로부터 15일로 하는 연간 10회 방제력을 기준 방제력으로 하고, 매회 약제 살포 시에 당해 약제만 한 차례씩 거르고 나머지 시기에는 정상적으로 살포하는 살포체계를 Table 13-1,2,3과 같이 작성하였다. 낙화직후부터 8월 하순까지 살포회수는 8회가 되나 낙화직후의 시스템은 겹무늬썩음병이나 탄저병 방제에 기여하는 정도가 매우 낮을 것으로 생각되어 이를 제외하고 5월 하순의 3회차 살포 약제부터 평가대상으로 하였다. 따라서 실험포장에 8개의 시험구를 설정하고 그중 한 구는 기준 방제력의 약제를 전부 살포하는 완전 살포구로 하고 나머지 구에는 한 약제씩 거르도록 했다. 이들 각 시험구에서의 겹무늬썩음병 및 탄저병의 발병율 및 감염율을 상법에 따라 조사하고 그 결과를 완전살포구와 비교하여 살포를 거른 살균제의 병 방제에의 기여한 정도를 평가하였다. 약제를 거른 구에서의 발병율이 완전 살포구에서의 발병율보다 높으면 거른 약제가 병 방제에 정(正)의 기여를 한 것으로 볼 수 있고, 그 반대의 경우는 부(負)의 기여를 한 것으로 되며 그 경우에는 당해약제의 살포를 건너뛰는 편이 오히려 병 방제효과를 높이는 것으로 볼 수 있다. 또 특정 약제의 살포를 건너뛰는 구에서의 발병율이 완전 살포구에서의 그것과 차이가 없으면 건너뛰는 약제는 병 방제에 기여하지 못했으므로 그 약제의 살포는 생략해도 병 방제에는 지장이 없는 것으로 간주했다. 그리고 겹무늬썩음병의 경우 감염율과 발병율에 큰 차이가 있는 경우가 많으므로 (엄 1998, 1999) 기여도의 평가에서는 발병억제에 대한 기여도와 감염저지에 대한 기여도로 나누어 고찰했다.

또 2002년도의 실험에서는 방제력을 구성하는 각 살균제의 살포시점에서의 겹무늬썩음병 및 탄저병에 대한 치료 및 보호효과를 검정하기 위해 과실 봉지

를 이용하였다. 과실봉지는 두 겹으로 되어 있고 내지에는 파라핀이 처리되어 있으므로 일단 봉지를 씌우면 병원균이나 농약이 부착할 수 없으므로 약효를 1회에 한정하여 검정 할 수 있다 (엄 1999, Kim and Uhm 2002). 완전살포구

Table 13-1. Spray scheme for assessment of contribution value of individual fungicides constituting a spray program (2001).

Ser No	Date spray	Fungicide sequence in each experimental block							
		Complete	-Pro	-Fol	-Dit	-Azo	-Imi	-Teb	-Sam
3	5. 25	Propi	-	Propi	Propi	Propi	Propi	Propi	Propi
4	6. 9	Folpet	Folpet	-	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet
5	6. 25	Dithi	Dithi	Dithi	-	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi
6	7. 10	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	-	Azoxy	Azoxy	Azoxy
7	7. 25	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	-	ITA	ITA
8	8. 9	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	-	Tebu
9	8. 28	Samz	Samz	Samz	Samz	Samz	Samz	Samz	-

* Propi : propineb ; Dithi : dithianon ; Azoxy : azoxystrobin ; ITA iminocadine-triacetate; Tebu : tebuconazole ; Sam : Combined formula of ITActadine-triacetate and difenoconazol

Table 13-2. Spray scheme for assessment of contribution value of individual fungicides constituting a spray program (2002).

Ser No	Date spray	Fungicide sequence in each experimental block							
		Complete	-Azo	-Flz	-Dit	-Fol	-Imi	-Teb	-Sam
3	5.23	Azoxy	-	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy
4	6. 8	Fluaz	Fluaz	-	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz
5	6.25	Dithi	Dithi	Dithi	-	Dithi	Dithi	Dithi	Dithi
6	7.10	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet	-	Folpet	Folpet	Folpet
7	7.25	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	-	ITA	ITA
8	8.17	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	-	Tebu
9	8.28	Samz	Samz	Samz	Samz	Samz	Samz	Samz	-

* Fluaz : fluazinam

Table 13-3. Spray scheme for assessment of contribution value of individual fungicides constituting a spray program (2003).

Ser No	Date spray	Fungicide sequence in each experimental block							
		Complete	-Azo	-Flz	-Met	-Fol	-ITA	-Teb	-Sam
3	5. 25	Azoxy	-	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy	Azoxy
4	6. 9	Fluaz	Fluaz	-	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz	Fluaz
5	6. 25	Met	Met	Met	-	Met	Met	Met	Met
6	7. 10	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet	-	Folpet	Folpet	Folpet
7	7. 25	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	-	ITA	ITA
8	8. 9	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	Tebu	-	Tebu
9	8. 28	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	-

* Met : metiram

에서는 매회 살균제 살포 직전과 직후에 각각 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠는데, 약제 살포직전에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율과 감염율로 직전에 살포한 약제의 보호효과를 검정하였고, 약제 살포 직후 약액이 건조한 후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율 및 감염율로는 당해 약제의 치료효과를 검정하였다. (엄 1999). 완전살포구에서는 15일간격으로 약제를 살포했으므로 그 기간 중의 보호효과를 검정했고, 기여도 평가를 위해 약제를 생략한 각 구에서는 다음 약제 살포 직전과 직후에 봉지를 씌웠으므로 이 경우의 보호효과는 30일간의 보호효과가 되며 치료효과 또한 30일간의 기간 중에 감염된 과실에 대한 치료효과로 보았다.

농약의 살포는 고압분무기로 (4.0MPa)로 약액이 흘러내릴 정도로 충분히 살포했으며 살충제는 해충의 발생상황에 따라 살균제와 별도로 살포하였다. 이 실험은 3년간 수행했는데, 매년 기본 살포력을 약간씩 달리했다 (Table 13-1, 2, 3).

2. 결과 및 고찰

가. 2001년도 실험

2001년도의 무처리구에서의 겹무늬썩음병의 감염율은 29.9%와 71.3%로 비교적 높은 감염율과 발병율을 나타내었는데, 이처럼 2001년도에 병이 많이 발

생한 것은 6월 중순에서 7월 중순 사이에 16일에 걸쳐 412.0mm의 강우가 있었고, 또 겹무늬썩음병의 감염을 조장하는 2일 이상의 연속강우 7회나 되었다 (Table 1). 그러한 발병 상황에서도 완전 살포구에서의 겹무늬썩음병 발병율 및 감염율은 각각 3.3%와 16.3%로 높은 방제효과를 나타내었다 (Table 14).

2001년도의 실험 결과를 보면 완전 방제구에서의 겹무늬썩음병 발병율은 3.3%였는데, 이보다 발병율이 더 높은 구, 즉 정(正)의 기여를 한 약제는 folpet 한 약제뿐이었고, dithianon을 제외한 나머지 약제는 살포를 걸러도 완전살포구와 거의 차이가 없는 것으로 나타났다 (Table 14). 그리고 dithianon은 부의 기여를 했으므로 이는 생략하는 편이 오히려 병 방제효과를 높였을 것으로 판단되었다 (Table 14).

그런데 겹무늬썩음병의 감염저지효과를 보면 완전처리구에서 감염율이 16.3%이었는데, azoxystrobin은 부의 기여를 했고 나머지 약제는 모두 정의 기여를 한 것으로 나타났다 (Table 14). 이러한 점으로 본다면 일부의 약제는 겹무늬썩음병의 방제에 있어서 발병억제 효과와 감염저지 효과가 별개인 것으로 나타났다. 즉 propineb, iminoctadine-triacetate, tebuconazole 및 삼진왕은 발병저지 효과는 거의 인정되지 않았으나 감염저지에는 정의 기여를 한 것으로 나타났고, azoxystrobin은 발병을 거의 저지하지 못했고 감염저지에도 부의 기여를 하였다. Tebuconazole은 겹무늬썩음병 방제를 위해서는 핵심적인 약제인데 이 실험에서는 감염저지효과는 대단히 높았으나 발병은 거의 억제하지

Table 14. Effect of omission of single chemical from the spray calendar for apple on the control of white rot and bitter rot (2001)

Plots	Chemicals omitted	Date omitted	Disease incidence and infection frequency(%)			
			White rot		Bitter rot	
			Disease	Infection	Disease	Infection
untreated	all	-	29.9	71.3	31.0	34.1
complete	none	-	3.3	16.3	1.6	1.6
-pro	Propineb	5. 26	3.4	18.8	2.7	6.6
-fol	Folpet	6. 9	5.6	26.1	3.7	3.7
-dit	Dithianon	6. 25	1.1	22.4	4.4	11.9
-azo	Azoxystrobin	7. 10	3.5	12.3	1.8	1.8
-imi	Iminoctadine	7. 25	3.2	28.0	1.5	1.5
-teb	Tebuconazole	8. 10	3.8	38.4	2.3	2.3
-sam	Samzinwang	8. 25	3.0	18.5	1.8	1.8

못했다. 원래 이 약제는 8월 상·중순경에 처리하면 그 시기까지 감염된 과실의 발병과 잠복감염율을 크게 억제하는 것으로 밝혀져 있는데 (엄2000, Kim and Uhm 2002) 이 실험의 결과는 잠복감염만 크게 억제하는 것으로 나타났다. 그리고 삼진왕은 발병억제 효과는 물론 감염억제효과도 거의 없는 것으로 나타났는데, 이는 그 약제를 살포하는 시기에는 이미 감염이 종료되었기 때문인 것으로 추정되었다.

한편 탄저병 방제효과를 보면 완전 살포구에서 발병율이 1.6%이었는데, -Azo, -Imi 및 -Sam에서는 이와 거의 차이가 없었고 나머지 구에서는 모두 정의 기여를 한 것으로 나타났다 (Table 14). 따라서 azoxystrobin, iminocetadine-triacetate 및 삼진왕은 생략해도 탄저병의 발병저지에는 영향이 없는 것으로 밝혀졌다. 그 외 겹무늬썩음병의 방제에 부의 기여를 한

dithianon은 탄저병 발병억제에는 크게 기여한 것으로 나타났다. 한편 감염저지 효과를 보면 7월 10일에 살포된 azoxystrobin 이후의 약제는 거의 영향이 없는 것으로 나타났고 그 이전에 살포한 약제는 모두 정의 기여를 한 것으로 나타났다 (Table 14). 이러한 현상은 그들 약제를 살포하는 시기의 탄저병 감염율과 관련이 있을 것으로 생각되었다.

나) 2002년도 실험

2002년도의 무처리구에서의 겹무늬썩음병 감염율 67.3%였는데 감염율이 34.7%로 감염율에 비해 발병율이 매우 높아 다소 특이한 양상을 보였다 (Table 15). 그런데 완전 살포구에서의 발병율은 2.1%에 불과하여 병 방제효과가 대단히 높은 것으로 평가되었다 (Table 15). 2002년도의 겹무늬썩음병의 발병억제에 대한 각 약제의 기여도를 보면 iminoctadine-triacetate 한 약제만 정의 기여를 한 것으로 나타났고 dithianon은 전년도의 실험과 마찬가지로 부의 기여를 한 것으로 나타났다 (Table 15). 그 외 겹무늬썩음병의 방제를 위한 핵심 약제인 tebuconazole도 거의 기여하지 못한 것으로 나타났는데, 이 약제는 치료제로 그 시기까지 누적 감염을 줄이는 역할을 하는데 2002년도의 경우 생육초기부터 감염율이 매우 낮아 이 약제가 기능을 발휘할 수 없었던 것으로 추정되었다.

그런데 2002년도의 겹무늬썩음병 발생 양상에서 또 하나의 특이한 점은 농약 무처리구에서 감염율은 67.3%로 전년도의 71.3%에 비해 크게 낮지 않지만 약제를 처리한 각 구에서는 folpet을 생략한 -Fol만 제외하고 잠복감염이 전혀 없었다.

한편 탄저병의 방제에 있어서는 2002년도에 정의 기여를 한 약제는 전혀 없고 삼진왕, iminoctadine-triacetate fluazinam 등은 부의 기여를 한 것으로 나타났다 (Table 15). 또 감염율에 있어서도 겹무늬썩음병과 유사하게 잠복감염이 있었던 것은 완전살포구 뿐이며 약제를 한 차례씩 생략한 전 시험 구에서 잠복감염이 전혀 없었다. 따라서 탄저병에서는 감염저지에 대한 기여도 평가는 의미가 없게 되었다.

다) 2003년도 실험

2003년도의 기상은 대부분의 사과 병의 감염 가능기간인 5월에서 8월까지의 4개월의 기간 중에 58일간 1,162mm의 비가 내렸고, 겹무늬썩음병이나 탄저병

Table 15. Effect of omission of single chemical from the spray calendar for apple on the control of white rot and bitter rot (2002)

Plots	Chemicals omitted	Date omitted	Disease incidence and infection frequency(%)			
			White rot		Bitter rot	
			Disease	Infection	Disease	Infection
untreated	all	-	34.7	67.3	12.9	12.9
complete	none	-	2.1	2.4	2.1	4.2
-Azo	Azoxystrobin	5. 23	1.7	1.7	1.5	1.5
-Flz	Fluazinam	6. 8	2.3	2.3	1.3	1.3
-Dit	Dithianon	6. 25	0.7	0.7	1.6	1.6
-Fol	Folpet	7. 10	2.5	3.2	2.1	2.1
-ITA	Iminoctadine	7. 25	3.4	3.4	1.2	1.2
-Teb	Tebuconazole	8. 17	2.2	2.2	2.1	2.1
-Sam	Samzinwang	8. 28	1.6	1.6	1.1	1.1

의 감염이 많은 7월 중에는 20일간 비가 내리는 극단적인 양상을 보였다 (Table 1). 이러한 기상 조건하에서는 병이 많이 발생 할 것으로 생각되나 실제로 겹무늬썩음병이나 탄저병은 비가 훨씬 적은 2002년도와 거의 차이가 없었고, 2001년도 보다는 오히려 더 적었다. 그러나 갈색무늬병은 근년에 이 실험을 수행한 포장에서는 거의 발생하지 않았으나 2003년도에는 대단히 발생이 많아 이 연구를 시작한 이래 처음으로 갈색무늬병 방제효과를 검정할 수 있었다.

2003년도 무려리구에서의 겹무늬썩음병의 감염율은 96.9%로 극단적으로 높

왔는데 이는 잦은 강우가 그 원인인 것으로 추정되었다. 그러나 발병율은 31.8%로 2001년도의 34.7%보다 오히려 낮았는데 (Table 16), 이 현상도 현재로써 적절히 설명할 수 없다. 이러한 감염 상황에서 완전 살포구에서의 발병율은 5.8%로 비교적 높은 방제효과를 얻은 것으로 생각되었다 (Table 16). 2003년도와 같은 불순한 기상 조건에서도 azoxystrobin, fluazinam 및 dithianon은 발병 저지에 있어서 부의 기여를 한 것으로 나타났다. 그러나 7월 하순 이후에 살포된 iminoctadine-triacetate, tebuconazole 및 삼진왕은 모두 정의 기여를 했는데 (Table 16), 이는 이들 약제의 겹무늬썩음병에 대한 치료효과에 의한 것으로 판단되었다. 그리고 2003년도 감염저지효과에 있어서는 전부 정의 기여를 한 것으로 나타났으며 그 정도는 역시 7월 하순 이후의 3종의 약제에서 높게 나타났다.

Table 16. Effect of omission of single chemical from the spray calendar for apple on the control of white rot and bitter rot (2003)

Plots	Chemicals omitted	Date omitted	Disease incidence and infection frequency(%)					
			White rot		Bitter rot		Marssonina blotch	
			Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Defol ^{a)}
untreated	all	-	31.8	96.9	17.2	19.1	100	96.5
complete	none	-	5.8	41.2	4.2	6.3	16.5	2.2
-Azo	Azoxystrobin	5. 24	4.5	62.9	2.3	6.1	37.9	16.4
-Flz	Fluazinam	6. 9	2.6	51.3	3.2	7.1	61.4	20.5
-Dit	Dithianon	6. 25	4.9	59.7	5.2	11.4	64.1	29.1
-Fol	Folpet	7. 14	6.7	52.4	2.1	7.8	28.2	11.7
-ITA	Iminoctadine	7. 24	14.5	81.4	9.4	11.2	26.2	4.8
-Teb	Tebuconazole	8. 5	11.7	82.8	4.6	6.4	39.9	16.0
-Sam	Samzinwang	8. 22	15.1	68.3	5.2	11.2	17.8	4.3

a), defoliation

2003년도 무처리구에서의 탄저병 감염율과 발병율은 각각 19.1%와 17.2%였는데 완전 살포구에서는 4.2%가 발병하여 과거 3년간에 가장 높았다. 탄저병의 경우에도 극단적인 불순한 기상조건에서도 azoxystrobin, fluazinam 및 folpet이 부의 기여를 했고 tebuconazole은 발병저지에 거의 영향이 없었던 것으로 밝혀졌다. 이에 반해 dithianon, iminoctadine-triacetate 및 삼진왕은 정의 기여를 하였는데 특히 iminocadine-triacetate의 기여도가 높았다. 그리고 감염저지에 있어서 azoxystrobin과 tebuconazole을 제외한 모든 약제가 정의 기여를 하였는데, 발병저지에 정의 기여를 한 3종의 약제의 기여도가 가장 높았다.

2003년도에는 사과생육기간 중 잦은 강우와 저온으로 인해 갈색무늬병이 다 발했는데, 무처리구에서 이병엽율이 100%에 달했고 그중 96.5%가 9월 중순 이전에 낙엽되었다. 완전 살포구에서의 이병엽율은 16.5%였는데 그 중 2.0만 낙엽되었고 삼진왕을 제외한 모든 약제가 정의 기여를 한 것으로 나타났다.

한편 2001년도 실험에서 이들 살균제의 살포시점에서의 각 살균제의 겹무늬썩음병에 대한 보호효과와 치료효과를 과실봉지를 이용하여 조사한 결과를 Table 17에 나타내었다. 먼저 완전살포구에서 약제 살포 직전과 직후에 봉지를 씌운 과실에서의 겹무늬썩음병의 발병율을 보면 dithianon을 제외한 모든 약제에서 약제 살포 후에 봉지를 씌운 과실에서 발병율이 감소했으나 dithianon에서는 발병율이 오히려 증가했고, 감염율은 dithianon과 삼진왕을 제외하고는 모두 감소했다 (Table 17). 그런데 살균제의 기여도 평가를 위한 각 구에서는 직전의 약제가 생략되므로 살포간격이 30일로 늘어났는데 각 약제의 살포 직전에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율 및 감염율은 살포간격이 15일인 완전 살포구에서 보다 높았으나 dithianon을 제외한 모든 약제에 있어서 살포 후에 발병율이 줄었고 삼진왕에서는 거의 변화가 없었다 (Table 17). 또 기여도 평가를 위한 각 구에서의 감염율도 iminoctadine-triacetate와 삼진왕을 제외하고 완전 살포구에서와 마찬가지로 약제 살포 후에 감소했다 (Table 17). 그런데 기여도 평가구에서의 약제 살포에 의한 발병율 및 감염율의 변화는 당해 약제의 살포를 건너 뛴 후 다음 약제 살포 시 1회에 한정하여 봉지를 씌운 과실에서의 결과이므로 완전 살포구에서와 같이 연속된 것은 아니며 각 구에서는 다음에 살포되는 살균제에 의해 치료가 반복되는 것으로 판단되었다.

이상과 같이 dithianon을 제외한 모든 약제가 치료효과를 나타내었는데, 그들 중 azoxystrobin과 tebuconazole은 침투성 살균제이고 삼진왕에는 침투성인 difenoconazole이 함유되어 있으므로 치료효과가 나타나는 것은 당연한 것으로 생각되나 folpet이나 iminoctadine-triacetate의 치료효과는 설명하기 곤란하다. 그런데 최근 Kim and Uhm (2002)은 겹무늬썩음병의 경우, 침입한 병원균이 침입 후 발병 전까지 과점에 잠복하는데, 과점조직은 코르크화한 세포로 구성되어 있으므로 비침투성 약제도 침투가 가능한 것으로 추정했다. 그런데 folpet, azoxystrobin 그리고 tebuconazole은 겹무늬썩음병에 대해 매우 높은 치료효과를 나타내었으나 기여도 평가에서 tebuconazole은 어느 정도 기여한 것으로 나타났지만 folpet과 azoxystrobin은 생략되어도 최종 방제에는 그리

Table 17. Curative efficacy of the chemicals sprayed at 15-day interval in normal spray program and those sprayed 30 days after each omission of chemical in the programs for detecting the contribution value of the chemicals constituting the spray program (2001).

Chemicals	Date sprayed	Time of bagging ^{a)}	Disease incidence and infection frequency(%)							
			white rot				Bitter rot			
			15-day		30-day		15-day		30-day	
			Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Inf
Folpet	6. 9	bef	4.9	10.9	0.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0
		aft	0.0	6.7	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Dithianon	6.25	bef	1.1	12.1	16.0	32.1	1.1	1.1	2.1	2.1
		aft	11.3	42.1	19.0	45.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Azoxystrobin	7.10	bef	13.0	43.8	22.3	42.7	2.2	2.2	0.0	0.0
		aft	4.8	16.2	6.4	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Iminoctadine	7.25	bef	13.5	35.5	13.3	33.2	0.0	0.0	1.1	1.0
		aft	0.0	32.0	9.5	33.5	1.2	1.2	0.0	0.0
Tebuconazole	8.10	bef	3.3	22.7	11.2	36.6	1.1	1.1	0.0	0.0
		aft	1.1	14.7	2.2	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Samzinwang	8.25	bef	2.4	16.6	2.1	30.1	1.2	1.2	0.0	2.0
		aft	0.0	20.4	2.6	30.4	0.0	0.0	0.0	2.4

a) 100 apples were bagged before and after chemical spray, respectively.

큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 봉지를 씌우는 경우, 감염이

1회에 한정되고 약제 살포 직후에 빛을 차단할 수 있는 이중 봉지를 씌웠으므로 치료효과가 다소 과장된 것으로 추정되었고, 기여도 평가에서는 각 구에서 특정 시기에 한 약제만 생략되었을 뿐, 다른 약제는 15일 간격으로 살포되었으므로 매회 살포되는 약제의 치료효과 및 보호효과에 의해 감염율이 낮게 유지되므로 최종 방제효과에는 각 약제의 역할이 크게 부각되지 않았을 것으로 추정되었다.

과실봉지를 이용한 각 살균제의 치료 및 보호효과 검정시 겹무늬썩음병과 동시에 탄저병에 대해서도 조사했는데, 감염율이나 발병율이 너무 낮아 신뢰성에 다소 문제가 있을 것으로 생각되었다 (Table 17).

이상과 같이 2001년부터 2003년까지 연간 살균제를 10회 살포하는 살포체계에 준하여 5월 하순부터 8월 하순까지 15일 간격으로 살균제를 살포했을 경우, 겹무늬썩음병과 탄저병의 최종방제에 있어서 개별 살균제의 기여도를 발병억제와 감염저지로 나누어 고찰했는데, 각 살균제가 이들 병의 방제에 기여하는 양상은 대단히 복잡하였다. 일부의 살균제는 발병억제에는 정의 기여를 했으나 감염저지에는 부의 기여를 한 경우가 있었고 그 반대의 경우도 있었고, 연차간에도 심하게 변동하였다. 전반적으로 볼 때 겹무늬썩음병의 발병억제에 정의 기여를 한 약제는 2001년에는 folpet, 2002년에는 iminoctadine-triacetate로 각각 한 약제씩뿐이었고, 2003년에는 극도로 잦은 강우로 인해 7월 중순 이후에 겹무늬썩음병에 대해 치료효과가 있는 4 약제가 모두 정의 기여를 하였다. 이처럼 2003년과 같은 특수한 기상 조건이 아니고 정상적인 기상 조건 하에서는 겹무늬썩음병의 방제에 정의 기여를 하는 약제는 매우 적었는데, 7월 하순의 iminoctadine-triacetate와 8월 상.중순의 tebuconazole의 제1차 목표는 겹무늬썩음병의 방제이나 이들 마저도 큰 역할을 하지 못하는 것으로 밝혀졌다. 그 뿐만 아니고 dithianon은 3년 연속 부의 기여를 하였으므로 이는 방제력에서 제외하는 쪽이 오히려 병 발생율을 낮출 수 있을 것으로 볼 수 있다. 따라서 기여도 평가를 위한 각 시험구에서 평가대상 약제를 생략하게 되면 다음 약제 살포까지의 간격은 거의 30일로 벌어지게 되는데, 한 시험구에서 7회 살포 중 비록 1회이지만 정의 기여를 한 약제를 생략한 경우를 제외하고는 대부분의 경우 완전살포구와 병 발생에 있어서 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이

러한 실험 결과는 겉무늬썩음병 방제에 관한 한 약제의 살포 간격을 현재의 15일 보다 더 넓힐 수 있는 가능성을 시사하는 것으로 판단되었다. 그리고 약제의 살포간격을 더욱 넓히면 기여도 또한 더욱 분명해 질 것으로 생각되었다.

그런데 이처럼 약제의 살포간격을 30일로 늘려도 병 방제에 영향이 없는 것은 대부분의 약제가 감염저지에 있어서 정의 기여를 했기 때문인 것으로 생각된다. 감염저지에 있어서 정의 기여를 한 약제는 2001년에는 folpet, dithianon, iminoctadine-triacetate와 tebuconazole의 4약제나 되었고 2002년의 실험에서는 folpet과 iminoctadine-triacetate의 2약제, 그리고 2003년에는 전 약제가 모두 정의 기여를 하였다. 이와 같은 감염저지에 있어서의 정의 기여는 과실봉지를 이용한 개별 약제의 약효 검정 실험에서 확인된 바와 같이 일부 약제의 높은 치료효과에 상당부분 기인하는 것으로 생각되었다. 이 실험에서 사용한 상당수의 살균제가 이미 감염된 과실에서 감염이나 발병을 낮출 수 있기 때문에 감염이 누적되지 않게 되며, Fig. 3에서 보는 바와 같이 감염과 치료가 반복되게 된다. 그리고 사과와 생육 후기로 갈수록 과실의 저항성이 높아지고 (林 1994) 전염원의 분산량도 감소하므로 감염은 줄어들게 되나 치료는 반복되므로 결국 발병이 시작되는 8월 하순경에는 감염율이 감염최성기에 비해 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 또 이들 살균제의 겉무늬썩음병에 대한 치료효과에서 특기할만한 점은 기여도 평가 시험구에서 평가대상 약제의 살포를 건너뛰게 되면 다음 약제는 30일만에 살포하게 되는데, 이러한 경우 약제 살포 직전에 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이나 발병율이 15일 간격으로 살포한 경우보다 크게 높았지만 약제 살포 후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율이나 감염율은 15일 간격의 살포구에서의 그것과 거의 차이가 없었다는 (Fig. 3) 점이며 이는 약제의 살포 간격을 넓힐 수 있는 또 하나의 실험적 근거가 되는 것으로 생각되었다.

그런데 이 실험은 탄저병에 대해 저항성인 후지품종에 대해서 수행했으므로 탄저병 발병율이 너무 낮아 기여도 평가가 어려운 것으로 생각되었고, 그것마저도 일관성이 없고 연차 간에도 변동이 심했다. 그러나 dithianon 만은 항상 정의 기여를 한 것으로 나타났다. 과실봉지를 이용한 방제효과 검정에서도 약제 살포 후에 감염율이 오히려 높아지는 현상이 산발적으로 관찰되었는데, 이

것도 감염율이나 발병율이 너무 낮기 때문에 나타난 오차일 가능성이 있는 것으로 생각되었다. 그런데 후지품종에서는 한 과실에 탄저병과 겹무늬썩음병이 중복감염 되는 경우가 있고 탄저병의 발병시기가 겹무늬썩음병 보다 약간 빠르기는 하지만 겹치는 부분도 있다 (엄 2000). 따라서 어느 한쪽이 먼저 발병하게 되면 다른 쪽의 감염은 소실되게 되므로 두 가지 병을 구분하여 조사하기는 매우 어려운 것으로 생각되었다. 그리고 2001년도 실험에서 보는 바와 같이 무처리구에서는 감염은 고빈도로 일어날 수 있으나 약제 살포구에서는 발병율은 물론 감염율까지도 거의 무시할 수 있을 정도였으므로 후지품종에서 탄저병에 대한 기여도 평가는 특별한 경우를 제외하고 큰 의미가 없는 것으로 생각되었다.

또 이상과 같은 3년간의 기여도 평가 실험 결과에 의하면 이 실험에서 채용한 기준 방제력에 얼마간의 보완이 가능한 것으로 판단되었다. 현실적으로 감염율은 발병율과 잠복감염율을 더한 것인데, 경제적 입장에서 본다면 잠복감염율은 거의 문제가 되지 않는다. 따라서 방제력의 보완에서는 발병억제 효과에 대한 기여도만 고려한다면 보완의 여지는 더욱 크질 것으로 생각된다. 우선 발병억제효과에 있어서 3년간 1회만이라도 정의 기여를 한 약제는 4종뿐이므로 이들을 제외한 다른 약제는 모두 대체가 가능할 것으로 보인다. 특히 dithianon은 2년 연속 겹무늬썩음병의 발병 억제에 대해 부의 기여를 한 것으로 확인되었으므로 이 약제는 겹무늬썩음병만 고려한다면 방제력에서 배제하는 것이 오히려 유리할 것으로 생각되나, 탄저병에 대해서는 3년 연속 정의 기여를 했으므로 탄저병이 실제로 문제가 되는 현실을 감안한다면 배제는 어려울 것으로 생각되었다. Propineb은 겹무늬썩음병의 발병억제에는 거의 기여하지 않았고 탄저병 방제에서도 큰 기여가 없었으므로 다른 약제로 대체가 가능할 것으로 생각되었고, folpet은 겹무늬썩음병의 발병 및 감염 저지에 비교적 높은 정의 기여를 하였으므로 그대로 유지하는 것이 합리적일 것으로 생각되었다. Azoxystrobin은 과실 봉지를 이용한 방제효과 검증에서 겹무늬썩음병에 대해 높은 치료효과를 나타내었으나 기여도 평가에서는 부정적이었으므로 살포시기의 조정이 필요할 것으로 생각되었고, iminoctadine-triacetate 또한 겹무늬썩음병의 발병저지에는 큰 기여를 하지 못했으나 이 약제는 갈색무늬병 방

제를 위해 필요한 약제이므로 다른 약제와 대체는 어려울 것으로 생각되었다. Tebuconazole은 과실 봉지를 이용한 방제효과 검정시험에서 높은 치료효과가 인정되었고, 또 기여도 평가에서도 감염저지에 있어서는 높은 정의 기여를 했으나 발병저지에는 큰 역할을 하지 못한 것으로 나타났으므로 다른 약제로의 대체도 고려해 볼 수 있다. 그리고 삼진왕의 겹무늬썩음병 및 탄저병 방제에 대한 기여는 다소 부정적인데, 이는 삼진왕이 살포되는 시기는 이미 감염이 거의 끝난 시기이기 때문인 것으로 생각되었다. 당초 삼진왕의 주 방제대상 병은 갈색무늬병이므로 갈색무늬병이 발생하지 않으면 다른 약제로 대체해도 무방할 것으로 생각되었다.

제5장 : 초저농약 방제체계의 개발

사과원에서의 살균제 살포는 3월 하순의 월동기 방제를 시작으로 4월 중순 개화 전에 1회 살포하고 낙화 직후부터 8월 하순 또는 9월 상. 중순까지 일정 간격으로 살포한다. 1999년 이 연구책임자가 개발 발표한 방제체계는 개화 전 살포를 시작으로 낙화직후부터 8월 하순까지 15일 간격으로 사륜제를 살포하도록 했는데 그 경우 연간 살포회수는 9회로 종전의 14-16회에 비하여 살포회수가 크게 줄었으므로 '저농약 방제체계'로 명명했다. 그런데 이 연구에서는 낙화직후부터 살포간격을 25일로 하여 연간 살포회수를 2회 더 줄이므로 저농약 사로체계와 구분하기 위해 이를 편의상 '초저농약 살포체계'로 한다.

제1절 살포간격을 달리하는 방제체계의 병 방제효과의 차이

농약의 살포회수를 줄이기 위해서는 살포간격을 늘려야하는데, 보호살균제의 치료효과 지속기간 검정 시험에서 azoxystrobin과 iminoctadine-triacetate는 병원균 감염 후 30일 이상 지난 후에 처리해도 치료효과가 유지된다는 사실이 밝혀졌고, 보호효과 지속 기간 검정 실험에서는 공시한 4종의 살균제는 20일 또는 그 이상의 기간까지도 실용적 방제효과를 유지한다는 사실이 발견되었다. 또 살포체계를 구성하는 각 살균제의 병 방제에의 기여도 평가 실험에서 일부의 살균제는 살포를 건너뛰어 살포 간격이 1회에 한하여 30일로 벌어져도 최종적 방제효과에는 거의 변화가 없다는 사실이 밝혀졌다. 이러한 실험에 근거하여 살균제의 살포간격을 15, 20, 25일의 3종 살포력을 작성하고 이를 실제포장에서 pilot test했다. 이중 15일 간격 살포력은 이미 농가에 보급되고 있으므로 이 실험에서 대조구의 성격을 가지게 된다.

1. 재료 및 방법

가. 시험장소 : 영천시 신녕면

나. 살포체계의 작성

2001년에서 2002까지 2년간 실험했는데, 매년 당해연도 농가에 보급한 15일

간격으로 살포하는 체계를 근간으로 20일과 25일 살포체계를 작성했다 (Table 18-1,2). 모든 살포체계에서 월동기 방제가 생략되었고 개화직전 및 낙화직후의 살포까지는 살포체계 간에 차이가 없도록 했다. 살균제는 기본적으로 15일 간격 살포체계에서 사용된 것을 사용했는데, 20일과 25일 간격 살포구에서의 살포횟수는 15일 간격 살포구보다 각각 1회 및 2회가 적으므로 15일 간격 살포구에서 사용된 살균제중 1종 및 2종이 각각 제외되었다. 살포체계 20일과 25일 살포체계 작성에는 특별한 원칙이 없고 매 시기의 각종 병의 감염정도와 살균제의 특성을 고려했는데, 15일 간격 살포체계에서 방제효과가 낮을 것으로 생각되는 약제를 제외시켰다. 이들 살포체계를 실험 포장에 적용하고 겹무늬썩음병 및 탄저병의 발병율 및 감염율을 상법에 따라 조사하였는데, 갈색무늬병과 점무늬낙엽은 발병량이 적어 조사에서 제외하였다..

Table 18-1. Fungicide sequence for spray schemes of different spray intervals (2001)

Ser. No.	15-day		20-day		25-day	
	Date sprayed	Chemicals	Date sprayed	Chemicals	Date sprayed	Chemicals
1	4. 13	ITA	4. 13	ITA	4. 13	ITA
2	5. 5	Sys M	5. 5	Sys M	5. 5	Sys M
3	5. 26	Prooineb	5. 26	Dithianon	5. 31	Dithianon
4	6. 9	Folpet	6. 15	Folpet	6. 25	Folpet
5	6. 25	Dithianon	7. 5	Iminoctadine	7. 20	Iminoctadine
6	7. 10	Azoxystrobin	7. 25	Azoxystrobin	8. 16	Tebuconazole
7	7. 25	Iminoctadine	8. 16	Tebuconazole	8. 25	Samjinwang
8	8. 10	Tebuconazole	8. 25	Samjinwang		
9	8. 25	Samjinwang				

* ITA : iminoctadine-triacetate ; Sys M : myclobutanil + mancozeb

2. 결과 및 고찰

가. 2001년도

2001년도 무처리구에서 겹무늬썩음병은 67.3%가 감염되어 그 중 34.7%가 수확 전에 발병하였고 탄저병의 감염율은 매우 낮아 감염율이 0.9%에 불과했

으며 모두 수확 전에 발병하였다 (Table 19). 이러한 상황에서 20일 간격 살포체계에서 겹무늬썩음병 방제효과가 가장 높았고 15일 간격 살포구는 살균제의 살포회수가 2회나 더 적은 25일 간격 살포구보다 방제효과가 오히려 더 낮았다 (Table 19). 20일과 25일 살포체계에서는 15일 간격 살포체계보다 살포회수가 각각 1회와 2회가 줄어들게 되므로 각각 1종과 2종이 빠지게 된다. 20일 간격 살포체계에서는 propineb이 그리고 25일 간격 살포체계에서는

Table 18-2. Fungicide sequence for spray schemes of different spray intervals(2002)

Ser. No.	15-day		20-day		25-day	
	Date sprayed	Chemicals	Date sprayed	Chemicals	Date sprayed	Chemicals
1	4. 4	ITA	4. 4	ITA	4. 4	ITA
2	5. 2	Sys M	5. 2	Sys M	5. 2	Sys M
3	5. 23	Azoxystrobin	5. 23	Azoxystrobin	5. 26	Azoxystrobin
4	6. 8	Fluazinam	6. 12	Fluazinam	6. 23	Fluazinam
5	6. 25	Dithianon	7. 3	Dithianon	7. 15	ITA
6	7. 10	Folpet	7. 23	ITA	8. 17	Tebucon
7	7. 25	ITA	8. 17	Tebuconazole	8. 28	Samzinwang
8	8. 17	Tebuconazole	8. 28	Samzinwang		
9	8. 28	Samzinwang				

propineb과 dithianon이 빠졌는데 (Table 18-1), propineb은 기여도 평가에서 겹무늬썩음병의 방제에 거의 기여하지 못했고 dithianon은 부의 기여를 하여 이 약제를 살포하면 겹무늬썩음병의 발병율 및 감염율이 오히려 증가하는 것으로 밝혀진 바 있다 (Table 14). 20일 및 25일 간격 살포체계에서 겹무늬썩음병 방제효과가 15일 간격 방제체계 보다 오히려 더 높았던 것은 이와 같이 기여도 평가에서 효과가 낮은 약제가 제외되었기 때문인지는 아직 확실치 않다.

한편 2001년도 무처리구에서의 탄저병 감염율은 12.9%였는데 모두 발병했으며 방제효과는 15일과 25일 간격 살포구 간에는 거의 차이가 없었으나 20일 간격 살포체계에서 다소 낮았다. 탄저병의 경우에는 겹무늬썩음병과는 달리 살균제에 의한 치료가 어려우므로 살포간격을 늘리면 방제효과가 낮아 질 것으

로 생각할 수 있다. 그러나 이 실험에서는 15일 간격 살포구와 거의 차이가 없었다는 점은 살포간격을 늘릴 수 있는 실험적 근거가 되는 것으로 생각되었다.

Table 19. Controls of disease incidence and latent infection of apple white rot and bitter rot with the spray schemes of different spray intervals (Yongchon, 2001).

Spray intervals (days)	Disease incidence and infection frequency (%)			
	White rot		Bitter rot	
	disease	infection	disease	infection
15	3.2	16.8	0.9	0.9
20	0.7	12.8	1.8	6.6
25	1.9	7.9	0.6	0.6
untreated	34.7	67.3	12.9	12.9

나. 2002년도

2002년도 무처리구에서의 겹무늬썩음병의 감염율은 67.3%였는데 그중 34.7%가 발병하였고 탄저병의 감염율은 12.9%였는데 전부 수확전에 발병하였다. 그러한 발병상황 하에서도 살포간격을 15, 20, 25일로 한 살포구에서의 겹무늬썩음병 발병율이 2.1%, 3.8%와 2.7%로 에 불과했으며, 탄저병의 발병율은

Table 20. Controls of disease incidence and latent infection of apple white rot and bitter rot with the spray schemes of different spray intervals (Yongchon, 2002).

Spray intervals (days)	Disease incidence and infection frequency (%)			
	White rot		Bitter rot	
	disease	infection	disease	infection
15	2.1	8.3	2.1	4.2
20	3.8	3.8	2.4	4.5
25	2.7	8.9	3.0	5.1
untreated	34.7	67.3	12.9	12.9

2.1%, 2.4%, 3.0%로 나타났다 (Table 20). 병 방제효과에 있어서 15일 간격 살포구와 25일 간격 살포구 간에 거의 차이가 없었고 감염율에 있어서도 양자간

에 거의 차이가 없었으나 20일 간격 살포구에서는 발병율은 15일 이나 25일 간격 살포 구에 비해 높았다. 이들 20일 및 25일 간격 살포체계와 15일 간격 살포체계 간의 약제 조성의 차이를 보면 20일 간격 살포체계에서는 folpet이 그리고 25일 간격 체계에서는 folpet과 dithianon이 제외되어 있다. 이들 두 가지 살균제의 겹무늬썩음병 방제에 대한 기여도를 보면 folpet은 겹무늬썩음병에 대해 관여 하지 못했거나 (Table 14) 정의 기여를 했으나 (Table 15) dithianon은 부의 기여를 한 것으로 밝혀진 바 있다 (Table, 14, 15). 따라서 이 실험의 결과도 이들 약제의 기여도와 관련이 있을 가능성이 있는 것으로 생각되었다.

또 탄저병 방제효과는 시험구 간에 거의 차이가 없었다. 겹무늬썩음병은 3종의 방제체계에 공통으로 사용된 7월 하순의 iminoctadine-triacetate와 8월 상·중순의 tebuconazole에 의해 치료가 되므로 살포간격이 늘어나도 상당 정도 방제가 가능할 것으로 볼 수 있으나, 탄저병에서는 그러한 치료효과를 기대할 수 없는 데에도 15일과 25일구 간에도 거의 차이가 없었다는 점은 전년도의 실험과 마찬가지로 살균제의 살포간격을 늘릴 수 있는 근거로 판단되었다.

제2절 유대재배 적용 살균제 살포체계의 개발

유대재배에서는 겹무늬썩음병이나 탄저병의 감염이 본격화하기 전에 과실에 봉지를 씌우기 때문에 직접적 피해를 주는 과실 병은 거의 문제가 되지 않으므로 농약의 살포회수를 줄일 수 있을 것으로 생각되었다. 그러나 이에 발생하는 병은 과실 봉지와는 무관하므로 무대재배와 똑 같이 문제가 될 수 있으나 점무늬낙엽병은 유대재배를 하는 후지품종에서는 통상적으로는 거의 문제가 되지 않지만 기상 조건으로 인해 가끔 심하게 발생하는 경우가 있는데, 그러한 경우에는 전문 약제를 특별 살포하면 방제가 가능하므로 살균제의 살포회수를 줄여도 큰 문제가 없을 것으로 생각되었으나 갈색무늬병의 방제는 유대재배에서 살포간격을 늘리는 데에 필수적으로 고려되어야 할 것으로 생각되었다. 또 유대재배에서는 그을음병이 문제가 될 수 있는데, 이 병은 봉지씌우는 시기를 전후하여 특히 감염위험이 높으므로(엄 2000) 이 병이 충분히 방제되지 않은 상태에서 봉지를 씌우게 되면 봉지 내에서 병세가 지속적으로 진행

되어 품질이 크게 손상될 수 있다. 따라서 유대재배를 위한 살포체계 개발에는 그을음병과 갈색무늬병의 방제가 우선적으로 고려되어야 하고 탄저병은 봉지 씌우기 이전에도 감염될 수 있으므로 이 병의 방제도 부수적으로 고려해야 할 것으로 생각되었다.

1. 사과 생육 초기 사용가능 살균제의 그을음병 방제효과 검정

가. 재료 및 방법

1) 공시 약제 : 2001년도 농약 선발 시험, 생육초기 약제가 다음에 살포하는 약제의 병 방제에 미치는 영향 조사 등의 실험에서 5월 하순의 3회차에 살포한 8종의 살균제(Table 9)의 그을음병 방제효과를 조사했다.

2) 실험 장소 : 영천시 청통면 M26후지 18년생

3) 방법 : 5월 26일에 공시약제를 살포하고 약액이 건조한 후 봉지를 씌웠고 10월 6일 봉지를 제거할 때 개개의 과실에서의 그을음병 발생 정도를 임의의 index에 의거하여 조사했다.

Table 21. Curative efficacy of the fungicides which can be applicable at early apple growing season against sooty blotch

Chemicals	% of fruits belonging to the disease index			
	-	+	++	+++
Kresoxim-methyl	90.9	6.8	2.3	0.0
Azoxystrobin	78.9	21.1	0.0	0.0
Fluazinam	60.0	35.6	4.4	0.0
Metiram	31.1	48.9	20.0	0.0
Cabendazim	9.1	59.1	29.5	2.3
Thiram	97.7	2.3	0.0	0.0
Folpet	22.2	66.7	11.1	0.0
Captan	39.1	43.5	17.4	0.0
Untreated	0.0	2.3	13.4	84.3

* - : no symptom ; + : slight symptom which can be completely masked by coloring ; ++ : light sooty still be visible even after coloring ; +++ : heavy sooty at harvest

나. 결과 및 고찰

무처리 과실에서 병징이 전혀 없는 -등급은 전혀 없고 84.3%가 심하게 이병되어 착색에 의해서도 병징이 가려지지 않는 +++등급이 84.3%나 된다는 점으로 본다면 (Table 21) 5월 26일 봉지씌우기 전까지 대부분의 과실이 감염될 수 있는 것으로 판단되었다.

이 실험의 결과는 약제 살포일인 5월 26일까지 감염된 과실에 대한 치료효과를 나타내는데, 검정한 약제 중에 그을음병 방제효과가 가장 뛰어난 약제 thiram으로 밝혀졌고 가장 방제효과가 낮은 약제는 cabendazimd으로 밝혀졌다. 이 병은 균사가 과실 표면에 기생하므로 침투성이 전혀 없는 thiram조차도 높은 방제효과를 나타내는 것으로 생각되었다. 그러나 thiram은 그을음병 방제효과는 높았으나 갈색무늬병 방제효과가 낮고 또 겹무늬썩음병이나 탄저병 방제에 문제가 있는데 특히 겹무늬썩음병의 경우 이 약제를 살포하면 발병율이나 감염율이 오히려 증가하는 현상까지 확인 된 바 있다 (제3장 제4절). 그런데 유대재배에서는 원칙적으로 겹무늬썩음병이나 탄저병과 같은 과실 병은 큰 문제가 없지만 겹무늬썩음병은 봉지씌우기 전까지 상당한 정도가 감염되므로 봉지씌우기 전에 살포하는 약제는 이미 감염된 과실에 대해 치료효과를 나타내어야 하는데, thiram은 그 반대 기능을 하므로 유대재배에서는 사용할 수 없는 것으로 판단되었다. 두 번째로 효과가 높았던 약제는 kresoxim-methyl이었는데 전혀 병징이 없는 과실이 90.9%였고 착색후에도 병징이 남을 수 있는 과실이 2.3%에 불과하여 (Table 21) 유력한 후보 약제로 선정되었다. 특히 kresoxim-methyl은 겹무늬썩음병, 탄저병은 물론 갈색무늬병에 대해서도 높은 방제효과가 있는 것으로 확인된 바 있다.

2. 유대재배 살포력의 개발

원래 살포력의 개발은 1항의 실험에서 후보 살균제의 범위를 결정한 후에 시작해야하나 3년간의 연구 기간 내에 이를 완성하기 위해서는 단계를 밟을 수 없으므로 당시로써 가장 가능성이 있는 것으로 생각되는 3종 약제로 1항의 실험과 동시에 수행했으나 그 결과가 만족스럽지 못하여 2002년에 1항의 실험 결과에 근거하여 다시 수행했다.

가. 2001년도 실험

1) 재료 및 방법

가) 시험장소 : 영천시 신녕면

나) 방법 : 낙화직후부터 25일 간격으로 살균제를 살포하는 살포체계 중 5월 하순 봉지씌우기 직전에 살포하는 약제만 달리하는 살포체계를 3종 작성, 이들을 200개 이상 착과된 나무 3주씩에 적용하였다. 5월 31일 약제 살포 후 15, 20, 25일에 각 구당 매회 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠는데, 무처리구는 5월 31일 살포시만 살균제 배제하고 그 후에는 정상 살포하였으며, 9월 중순에 상법에 따라 갈색무늬병 발병율을 조사하였다. 그을음병 조사는 10월 상순 봉지를 벗기면서 수행하였는데, 임의로 정한 index에 준하여 그 발생 정도를 조사했다.

다) 결과 및 고찰

이 실험에서는 5월 하순에 약제를 살포하고 15, 20, 25일에 각각 일정수의 과실에 봉지를 씌우고 이들 봉지를 씌운 과실에서 그을음병이나 겹무늬썩음병 등의 과실 병해의 발병율을 조사했는데, 이는 약제 살포 후 봉지씌우기 작업이 기상조건이나 인력 사정으로 인해 지연되는 경우를 상정하여 수행한 것이다.

Table 22. Fungicidal spray sequence to develop spray program for bagging practice

Ser. No.	Date sprayed	Fungicidal spray sequence			
		B-01-1	B-01-2	B-01--3	Untreated
1	4. 2	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine
2	5. 5	Systhane M	Systhane M	Systhane M	Systhane M
3	5. 31	Polycaptan	Fluazinam	Methiram	-
4	6. 25	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine
5	7. 20	Dithianon	Dithianon	Dithianon	Dithianon
6	8. 16	Samzinwang	Samzinwang	Samzinwang	Samzinwang

5월 하순의 살균제를 생략한 무처리 대조구에서 6월 15일에 봉지를 씌운 과실에서는 70.9%가 발병했으나 그 중 55.0%는 착색이 되면 병징이 가려지는 정도의 경증이었다. 그런데 1항의 실험에서의 무처리구는 (Table 21) 이 실험에서 보다 15일 앞당겨 봉지를 씌웠는데에도 발병율이나 발병 정도는 이 실험

과 비교가 되지 않을 정도로 심했다. 이들 실험을 수행한 두 포장은 직선거리로 4-5Km 떨어졌는데에도 그을음병의 발병 상황은 매우 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 유대재배 방제체계를 개발하는데에 그을음병의 방제는 매우 엄격한 실험을 요하는 것으로 판단되었다.

그을음병의 방제는 봉지씌우기 직전의 살포 약제에 따라 큰 차이가 있었는데, 포리켈탄을 채용한 B-01-1에서는 약제 살포 25일 후에 봉지를 씌워도 그을음병의 발생이 거의 없었고, fluazinam을 채용한 B-01-2 (Table 22) 에서도 비교적 높은 방제효과가 얻어졌다 (Table 23). 점무늬낙엽병은 무처리구에서의 발병율이 1.8%에 불과했으므로 살포체계간의 차이를 검정할 수 없었고 갈색무늬병은 5월 하순의 약제를 생략한 대조구에서 4.4%가 발생했고 전반적으로 병이 거의 없어 방제효과를 검정하기 어려웠다.

Table 23. Effect of spray schemes for bagging practice on the control of sooty blotch and leaf diseases

Treatments ^{a)}	Days ^{b)}	% of fruit belong to disease severity index ^{c)} for sooty blotch				Diseased leaf (%)	
		-	+	++	+++	Alternaria blotch	Marssonina blotch
B-01-1	15	96.4	3.6	0.0	0.0		
	20	86.8	13.2	0.0	0.0	0.8	0.8
	25	91.1	8.9	0.0	0.0		
B-01-2	15	68.5	31.5	0.0	0.0		
	20	68.4	30.4	1.3	0.0	0.0	1.8
	25	21.7	62.3	14.5	1.4		
B-01-3	15	69.4	28.6	2.0	0.0		
	20	54.3	41.3	4.3	0.0	0.5	0.6
	25	40.0	53.3	6.7	0.0		
Untreated control	15	29.0	55.0	15.9	0.0		
	20	16.4	52.2	31.3	0.0	1.8	4.4
	25	3.6	36.4	36.4	23.6		

a), refer to Table 19 for spray sequence and date of each spray

b), Days from chemical spray to bagging for detecting the protective efficacy of the chemicals sprayed prior to bagging against sooty blotch

c), - : no symptom ; + : slight symptom which can be completely masked by coloring ; ++ : light sooty still be visible even after coloring ; +++ : heavy sooty at harvest

그런데 각 시기에 봉지를 씌운 과실에서 탄저병과 겹무늬썩음병 발병율을

조사했는데 이외의 결과가 얻어졌다. 탄저병은 fluazinam 살포구에서 1.0%가 발명한 것 외에 발병과가 전혀 없었으나 겹무늬썩음병은 상당 정도 발생했는데, 약제 간에는 물론 약제 살포 후 봉지를 씌운 시기 간에도 일정한 경향이 없었다 (Table 24). 이러한 현상을 정확히는 설명할 수 없지만 실험 오차로 생각되었다. 그러나 분명한 점은 겹무늬썩음병의 방제에 문제가 있으므로 이들 살균제는 유대재배 살포력에는 사용하기 곤란한 것으로 판단되었다. 또 갈색무늬병에 있어서도 전반적으로 병 발생이 너무 적어 유용성 여부를 판단하기 어려웠다.

나. 2002년도 실험

1) 재료 및 방법

가) 실험포장 : 영천시 신녕면

나) 방법 : 3회차의 약제를 전년도 1항의 실험에 근거하여 kresoxim-methyl과 azoxystrobin을 사용하였고 대조를 위해 전년도에 검토한 포리켈탄을 사용했다. 그리고 전년도의 실험에서는 4회차에 iminoctadine이 배치되어 있었는데,

Table 24. Effect of chemicals sprayed before bagging on the control of white rot and bitter rot among the bagged apples.

Chemicals ^{a)}	Date bagged	White rot (%)		Bitter rot (%)	
		Disease	Infection	Disease	Infection
Polycaptan	6. 9	7.1	14.5	0.0	0.0
	6. 15	1.0	4.9	0.0	0.0
	6. 20	5.3	9.4	0.0	0.0
Fluazinam	6. 9	2.4	12.8	0.0	0.0
	6. 15	2.2	21.3	0.0	0.0
	6. 20	5.6	26.0	1.1	1.1
Metiram	6. 9	2.6	14.8	0.0	0.0
	6. 15	0.0	8.2	0.0	6.1
	6. 20	2.8	14.6	0.0	0.0
Untreated	6. 9	1.1	14.6	0.0	0.0
	6. 15	2.3	12.7	0.0	0.0
	6. 20	4.6	35.7	0.0	0.0

a) ; Chemicals were sprayed on 31 May

이는 3회차에 배치된 3종 약제의 갈색무늬병 방제효과가 불안정했으므로 갈색무늬병 방제효과가 높은 iminoctadine-triacetate를 앞당겨 배치했다. 그런데 2002년도 실험에서는 3회차의 kresoxim-methyl은 갈색무늬병에 대해 비교적 높은 방제효과가 있으므로 iminoctadine-triacetate를 굳이 앞당길 필요가 없었다. 따라서 운용상의 편이를 위해 iminoctadine-triacetate와 dithianon의 살포시기를 무대채배와 맞추었다 (Table 25). 2002년도의 3회차 약제 살포일은 전년도보다 1주일 이상 빠른 5월 23일이었으며, 전년도와는 달리 봉지씌우기는 약제 살포 25일 후에 1회만 수행하였다.

다) 결과 및 고찰

2002년도에는 비교적 일관성있는 결과가 얻어졌다. 무처리 대조구에서의 그을음병 발생 정도는 전년도와 거의 비슷했으며, kresoxim-methyl의 방제효과가 가장 높았고 포리캡탄 역시 높은 방제효과를 나타내었다 (Table 26). 2002년도에는 8월 상순에 서 중순에 걸쳐 11일간 연속 강우가 있는 등 생육 후기에 잦은 강우로 인해 갈색무늬병이 많이 발생했으나 이 실험에서는 무처리 대

조구에서 7.2% 정도가 발생했고 약제를 처리한 구에서는 거의 차이가 없었다 (Table 26). 따라서 3회차 살균제의 종류와 관계없이 dithianon-iminocadine-tebuconazole-삼진왕의 순서로 살균제를 살포하면 살포간격을 25일로 늘려도 갈색무늬병의 방제에는 문제가 없는 것으로 밝혀졌다. 또 봉지를 씌운 과실에 서의 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율을 조사한 결과, 탄저병은 역시 거의 발

Table 25. Spray sequence for developing a spray program

Ser. No.	Date sprayed	Fungicidal spray sequence			
		B-02-1	B-02-2	B-02-3	Untreated
1	4. 2	Iminocadine	Iminocadine	Iminocadine	Iminocadine
2	5. 5	Systhane M	Systhane M	Systhane M	Systhane M
3	5. 31	Kresoxim	Azoxystrobin	Polycaptan	-
4	6. 25	Dithianon	Dithianon	Dithianon	Dithianon
5	7. 20	Iminocadine	Iminocadine	Iminocadine	Iminocadine
6	8. 16	Samzinwang	Samzinwang	Samzinwang	Samzinwang

생하지 않았으나 겹무늬썩음병은 무처리 대조구에서 4.3%가 발생했는데 전년도와 거의 비슷했다 (Table 27). 그러나 3회차에 kresoxim-methyl을 살포한 B-02-1에서는 발생이 전혀 없었고 3회차에 폴리캡탄을 처리한 B-02-3에서는

Table 26. Effect of spray schemes for bagging practice on the control of sooty blotch and leaf diseases

Treatments ^{a)}	% of fruit belong to disease severity index ^{c)} for sooty blotch				Diseased leaf (%)	
	-	+	++	+++	Alternaria blotch	Marssonina blotch ^{c)}
B-02-1	92.2	7.8	0.0	0.0	2.7	1.8
B-02-2	75.5	20.3	4.2	0.0	1.3	2.8
B-02-3	87.2	6.3	6.5	0.0	0.7	3.6
Untreated control	2.1	26.4	33.2	39.3	3.8	7.2

a), refer to Table 22 for spray sequence and date of each spray

b), - : no symptom ; + : slight symptom which can be completely masked by coloring ; ++ : light sooty still be visible even after coloring ; +++ : heavy sooty at harvest

c), Disease incidence of Marssonina blotch in untreated plot where the fungicides were completely omitted was

Table 27. Effect of chemicals sprayed before bagging on the control of white rot and bitter rot among the bagged apples.

Chemicals ^{a)} Plots	White rot (%)		Bitter rot (%)	
	Disease	Infection	Disease	Infection
Kresoxim B-02-1	0.0	6.0	0.0	0.0
Azoxystrobin B-02-2	1.0	0.0	1.1	1.1
Polycaptan B-02-3	4.8	22.3	0.0	0.0
Untreated	4.3	35.7	1.5	0.0

a) ; Chemicals were sprayed on 31 May

4.8%가 발생하여 발병율이 상대적으로 높았다. 당초 유대재배에서는 겹무늬썩음병은 거의 문제가 없을 것으로 생각했고 오히려 탄저병이 문제가 될 것으로 생각했는데, 실험 결과는 당초의 예상과는 달리 겹무늬썩음병이 문제가 되었다. 그런데 겹무늬썩음병과 탄저병 중에 어느 쪽이 더 문제가 될 것인가는 지

역이나 포장에 따라서도 달라 질 수 있을 것으로 생각할 수 있으므로 3회차의 살균제는 양자를 최대한 공통 방제할 수 있어야 하므로 kresoxim-methyl이 적절한 것으로 판단했다.

이상의 결과에 의하면 유대재배에서 문제가 될수 있는 그을음병과 갈색무늬병의 방제는 살포간격을 25일로 늘려도 문제가 없는 것으로 밝혀졌고 별로 문제가 없을 것으로 생각했던 겹무늬썩음병의 문제고 kresoxim-methyl을 3회차에 배치함으로 거의 해결된 것으로 판단되어 2003년도부터 농가에 기술을 보급했다.

제3절 후지품종에서의 살포간격을 25일로 하는 초저농약 살포체계의 개발

살균제의 살포간격을 25일로 늘려도 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제에는 거의 문제가 없고 경우에 따라서는 15일 간격 살포체계보다 방제효과가 더 높을 수 있다는 실험결과가 반복적으로 얻어졌으므로 이의 개선을 위한 실험을 2년간 수행했다.

1. 살포체계의 작성

살균제를 25일 간격으로 살포하는 후지품종의 방제체계에서의 살균제의 연간 살포회수는 7회인데 이중 개화전과 낙화직후의 살포는 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 방제와 직접적인 관련이 적을 것으로 판단되었고, 8월 상·중순의 tebucoazole은 겹무늬썩음병의 치료를 위해 필수적이며 8월 하순의 삼진왕 또한 겹무늬썩음병의 최종 치료와 갈색무늬병의 방제를 위해 꼭 필요한 약제이므로 변경이 어려운 것으로 판단되었다. 따라서 5월 하순경의 3회차부터 7월 하순경의 6회차 사이의 3차례 살포시기에 사용되는 살균제와 그 살포순서를 약간씩 변경한 살포력을 작성했다. 2002년에는 이들 살포력을 8종 작성하여 (Table 28-1) 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율과 감염율, 갈색무늬병의 발병 및 낙엽율을 비교하여 그 중 가장 우수한 방제효과를 나타낸 살포체계를 2003년도 실험의 기준살포력으로 하고, 이를 다시 변형하여 11종의 살포

체계를 작성 (Table 28-2), 각각의 방제효과를 검정하였다.

Table 28-1. Fungicide sequences in 25-days intervals spray scheme for cv. Fuji in 2002

Ser No.	Date sprayed	Fungicide sequence in each experimental block (2002)									
		02F1	02F2	02F3	02F4	02F5	02F6	02F7	02F8	2F-unt	
1	4. 4	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
2	5. 2	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM
3	5. 27	Krx	Krx	Krx	Krx	Trx	Trx	Dit	Dit	-	
4	6. 23	Dit	Flu	Dit	Flu	Dit	Flu	Krx	Trx	-	
5	7. 15	ITA+ Cap	ITA+ Cap	Trx	Trx	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	-	
6	8. 17	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	-	
7	8. 28	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	-	

* ITA: Iminoctadine-triacetate ; SysM: Mancozeb+Myclobutanil ; Dit : dithianon ;Krx : kresoxim-methyl ; Flu:Fluazinam ; ITA+Cap: Iminoctadinetricetate+Captan ; Trx: trifloxystrobin ; Teb: tebuconazole ; Sam : Combined formula of iminoctadine-triacetate and difenoconazol

Table 28-2. Fungicide sequences in 25-days intervals spray scheme for cv. Fuji in 2003

Ser No.	Date sprayed	Fungicide sequence in each experimental block(2003)									
		03F1	03F2	03F3	03F4	03F5	03F6	03F7	03F8	03F9	03F10
1	4. 12	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
2	5. 3	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM
3	5. 28	Krx	Krx	Krx	Krx	Krx	Azx	Azx	Azx	Azx	Azx
4	6. 25	Dit	Dit	Flu	Met	Dit	Dit	Met	Flu	Dit	Dit
5	7. 14	ITA+ Cap	F500	Trx	Trx	Trx	Trx	Trx	Trx	F500	ITA+ Cap
6	8. 5	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb
7	8. 22	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam

* Dit: dithianon ; Flu : Fluazinam ; ITA+Cap: Iminoctadine-tricetate+Captan ; F500 : Pyraclostrobin+Boscalid ; Met: Metiram

2. 결과

2002년도의 무처리구에서의 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율은 각각 34.7%와 12.9% 였으며 갈색무늬병의 이병엽율은 94.8%였는데 그 중 64.1%가 9월 중순 이전에 낙엽 되었다. 2002년도에는 8월 초순 11일간 연속 강우가 있어 (Table 1) 6회차와 7회차의 살포간격이 무려 32일이나 되었으나 전반적으로 비교적 높은 방제효과가 얻어졌다. 그러나 살포체계 중에 단 한 종류의 약제가 바뀌거나 살포시기가 달라져도 최종적 방제효과에는 큰 차이가 나타났다(Table 29).

Table 29. Control of 3 major apple diseases by different fungicidal spray schemes of 25-day spray interval from petal fall to late August (2002, Youngchon)

Plots ^{z)}	Disease incidence and infection frequency (%)					
	White rot		Bitter rot		Marssonina	
	disease	infection	disease	infection	disease	defoliation
02F1	2.8	5.2	2.1	6.3	24.2	2.0
02F2	2.7	3.6	1.5	4.9	61.9	10.5
02F3	1.6	1.6	0.9	1.6	30.4	1.1
02F4	3.2	3.2	1.7	2.3	26.6	2.0
02F5	3.6	3.8	1.7	3.6	27.3	0.3
02F6	1.7	2.8	2.0	3.3	32.9	3.8
02F7	3.4	3.4	2.6	3.9	34.9	1.2
02F8	4.0	4.0	1.1	3.1	16.4	0.6
02F-unt	34.7	67.3	12.9	12.9	94.8	64.1

z) refer to Table 5 for spray sequence of each plot

우선 4회차의 약제만 다르고 나머지 약제는 전부 동일한 02F1과 02F5, 그리고 02F2와 02F6을 비교하면 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제에 있어서 trifloxystrobin과 kresoxim-methyl간에 거의 차이가 없었는데, 4회차에 kresoxim-methyl이 배치되고 5회차에 fluazinam이 오면 갈색무늬병이 크게 증가했다(Table 29). 4회

차에 kresoxim-methyl을 배치해두고 5회차에 dithianon (02F3)과 fluazinam (02F4)으로 변이를 주고 6회차에는 iminoctadine-triacetate + captan 대신 trifloxystrobin을 배치한 경우에는 dithianon을 사용한 02F3에서 과실병해의 방제효과가 크게 높아졌고 갈색무늬병의 방제효과에는 거의 차이가 없었다 (Table 29). 또 strobilurin계의 두 약제의 위치를 4회차에서 5회차로 바꾸고 4회차에 dithianon을 배치한 02F7과 02F8에서는 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제효과가 다소 낮아지는 경향이 있었다(Table 29). 이상과 같이 2002년도에 시험한 8종의 살포체계에서 일부를 제외하고는 방제효과에서 우열을 가리기가 어렵고 특히 겹무늬썩음병과 탄저병에 대한 방제효과가 일치하지 않으므로 더욱 그러했다. 그런데 겹무늬썩음병과 탄저병은 어느 것이나 과실을 부패시키는 직접적 피해를 주는 병이므로 이들 두 종의 병의 발병율을 합해 보면 시험구간의 우열의 차이가 약간 분명해 졌다. 그러한 기준으로 판단하면 2002년도에 시험한 8개의 살포력 중 가장 우수한 방제효과를 나타낸 것은 02F3이며 02F6도 상당 정도 높은 방제효과를 나타내었다.

2003년도의 실험에서는 전년도의 실험에서 방제효과가 가장 우수했던 02F3 (Table 28-1)을 기본으로 하고 이를 다시 여러 가지로 변형하였다. 전부 10개의 살포체계를 검정했는데, 이들은 3회차의 약제에 따라 크게 2개의 그룹을 만들고, 각 그룹에는 4회차의 약제를 달리하는 3종과 5회차의 약제를 달리하는 2종을 각각 만들었다(Table 28-2). 2003년도에 이 실험을 수행한 영천지방에서는 사과에서 각종 병의 감염기간인 5월부터 8월말까지의 4개월간에 58일간 1165.5mm의 비가 내리는 (Table 1) 극도로 불순한 기상 조건이었는데, 무처리구에서의 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율은 각각 31.8%와 17.2% 였으며 갈색무늬병의 이병엽율은 100.0%였는데 그 중 96.5%가 9월 중순 이전에 낙엽되었다 (Table 30). 전반적으로 병 발생율이 높았으며 특히 일부 시험구에서 갈색무늬병이 심하게 발생하였고, 겹무늬썩음병이나 탄저병의 발병율도 전년도보다 크게 높아졌으나 2003년도의 특이한 기상 조건을 고려한다면 방제효과는 비교적 높은 것으로 생각되었다.

우선 3회차 약제의 변경에 따른 병 방제효과의 차이를 조사하기 위해 03F3~03F5에서는 3회차에 kresoxim-methyl을 배치하고 4회차에 fluazinam,

metiram 및 dithianon을 각각 배치했고, 03F6~03F8는 3회차에 azoxystrobin을 배치하고 4회차의 약제는 03F3~03F5에서와 같도록 했다. 따라서 이들 6종의 살포체계는 3종씩 서로 대칭을 이루도록 되어 있으므로 03F5와 03F6, 03F4와 03F7 그리고 03F3과 03F8을 비교하면 3회차의 kresoxim-methyl과 azoxystrobin의 병 방제에의 기여도의 차이를 볼 수 있었다(Table 30). 이들 3쌍의 살포체계에서의 병 발생율을 비교하면 겹무늬썩음병이나 탄저병의 방제에 있어서는 azoxystrobin의 기여도가 kresoxim-methyl을 크게 증가하는 것으로 나타났다(Table 30). 또 4회차의 3종의 약제를 비교하면 3회차에 azoxystrobin을 배치한 경우에 metiram (03F7)과 fluazinam (03F8)의 겹무늬썩음병 및 탄저병 방제기여도에는 차이가 거의 없었고 dithianon (03F6)보다 훨씬 높았다. 그러나 갈색무늬병 방제 기여도는 dithianon (03F6)이 훨씬 높았고, metiram (03F7)과 fluazinam (03F8)은 겹무늬썩음병이나 탄저병 방제 기여도는 대단히 높지만 이들을 배치한 시험구에서는 갈색무늬병이 다발하므로 실용화는 어려운 것으로 판단되었다. 그리고 3회차에 kresoxim methyl을 배치한 3종 살포체계에서는 4회차 약제의 겹무늬썩음병이나 갈색무늬병 방제 기여도는 매우 낮았고, 또 약제간에도 거의 차이가 없었으나 갈색무늬병의 방제에는

Table 30. Control of 3 major apple diseases by different fungicidal spray schemes of 25-day spray intervals from petal fall to late August. (2003, Youngchon)

Plots ²⁾	Disease incidence and infection frequency (%)			
	White rot	Bitter rot	Marssonina	
			disease	defoliation
03F1	6.7	8.8	31.8	12.6
03F2	3.1	2.6	39.5	8.1
03F3	7.6	6.1	91.6	45.8
03F4	6.6	3.0	80.0	46.0
03F5	5.3	5.1	24.5	6.9
03F6	2.5	3.5	49.0	18.7
03F7	1.0	1.7	87.5	39.7
03F8	1.1	2.0	90.7	55.5
03F9	2.6	2.7	32.1	13.0
03F10	2.5	3.4	29.6	4.0
03F-unt	31.8	17.2	100.0	96.5

z) Refer to Table 25-2 for spray sequence of each plot

dithianon (03F5)의 기여도가 높았다. 다음으로는 3회차와 5회차 약제의 변경에 따른 병 방제효과의 차이를 검토했는데, 3회차에는 역시 kresoxim-methyl과 azoxystrobin을 각각 배치하고 4회차에는 모두 dithianon을 배치했으며 5회차에 F500과 iminoctadine-triacetate + captan을 각각 배치한 4종의 살포력에 대해 검토했다(Table 28-2). 5회차에 F500을 배치할 경우 kresoxim-methyl (03F2)과 azoxystrobin (03F9)의 차이가 소실되어 겹무늬썩음병이나 탄저병은 물론 갈색무늬병의 발병율에 있어서도 거의 차이가 없었다(Table 30). 그러나 그 시기에 iminoctadine-triacetate + captan이 배치될 경우, kresoxim-methyl과 azoxystrobin (03F10)의 차이가 뚜렷해져, 3회차에 azoxystrobin이 배치된 03F10에서는 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율이 각각 2.5%와 3.4%인 반면 kresoxim-methyl이 배치된 03F1에서는 그들 2종 병의 발병율이 각각 6.7%와 8.8%나 되었고, 갈색무늬병에서도 비슷한 차이가 있었다(Table 30). 그리고 이미 앞에서 일차 기술되었으나 5회차에 trifloxystrobin이 배치될 경우에도 겹무늬썩음병이나 탄저병의 발병율은 앞의 두 경우와 같이 3회차의 두 약제에 의

한 차이가 나타났고 갈색무늬병에 대해서는 kresoxim-methyl을 배치한 03F5에서 발병율이 낮았다.

이상과 같이 살포체계 중에 단 한 종류의 약제만 달라져도 최종적 방제효과에는 큰 차이가 나타나는 경우가 많았으므로 특정 살포체계의 병 방제효과는 살포체계를 구성하는 각 약제의 상호작용에 의해 결정되는 것으로 판단되었다. 2003년에 검정한 10종의 살포체계에서 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제효과는 다소 낮았으나 갈색무늬병의 방제효과가 우수한 03F2와 03F10이 실용화가 가능할 것으로 판단되었다.

제4절 조.중생종 품종에서의 살포간격을 25일로 하는 초저농약 살포체계의 개발

만생종인 후지품종에서는 겹무늬썩음병이 주 방제 대상이 되지만 조·중생종 품종에 있어서는 대부분 탄저병이 주 방제대상이 되는 것으로 알려져 있는데, 현재 사용되고 있는 살균제 중에는 두 가지 병 모두에 대해 비슷한 방제효과를 나타내는 것은 없으므로 (엄 1999) 이들 조. 중생종에 대한 살포체계는 후지 품종과 달라질 수밖에 없는 것으로 생각되었다. 따라서 이들 품종에 대한 방제력은 별도로 개발해야 하므로 2002년도와 2003년도 조·중생종 품종에 대한 25일 간격 살균제 살포체계를 작성하고 이들의 병 방제효과를 검정하였다.

1. 쓰가루 품종에 대한 살포체계의 개발

가. 재료 및 방법

1) 살포체계의 작성

쓰가루품종의 수확기기는 8월 중·하순이므로 농약의 살포는 안전성을 위하여 최소한 7월중순에는 종료되어야하므로 25일 간격 살포체계에서의 살포회수는 개화전 살포를 포함하여 5회가 되는데, 그 중 변형이 가능한 살포는 5월 하순부터 7월 중순까지의 3회에 불과했다. 쓰가루품종에서는 겹무늬썩음병은 거의 발생하지 않고 주로 탄저병이 발생하므로 이 품종의 방제체계도 탄저병 방제를 위주로 해야 하지만 현재 우리나라의 과수원에서 쓰가루 품종이 단독으로 재배되는 경우는 거의 없고 대부분 후지품종과 혼식되어 있으므로 이를 고려하여

후지품종에 적용 가능한 살포체계를 작성했다. 2002년에는 낙화직후에 시스템을 사용했으나 2003년에는 이를 EBI인 fluquinconazole로 바꾸었다 (Table 31).

Table 31. Spray sequence of 25-day interval in Tsugaru (Youngchon)

		Fungicide sequence in each experimental plot										
		2002					2003					
Ser.	Date	02T1	02T2	02T3	02T4	02T5	Date	03T1	03T2	03T3	03T4	03T5
1	4. 4	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	4. 12	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
2	5. 2	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	5. 3	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq
3	5. 27	Trx	Krx	Fluaz	Krx	Krx	5. 28	Krx	Krx	Krx	Trx	Trx
4	6. 23	Fluaz	Fluaz	Krx	Dithi	Dithi	6. 25	Dithi	Fluaz	Met	Fluaz	Fluaz
5	7. 15	Krx	Trx	ITA+ Cap	Trx	ITT	7. 14	Trx	Trx	Trx	F500	Met

* ITA: Iminoctadine-triacetate ; SysM: Mancozeb+Myclobutanil ; Trx: trifloxystrobin ; Krx: kresoxim-methyl ; Fluaz:Fluazinam ; Dithi : dithianon ; Met: Metiram ; ITA+Cap: Iminoctadinetricetate+Captan ; ITT: Iminoctadinetrisalbesilat ; F500 ; Pyraclostrobin+ Boscalid

2) 시험포장 : 영천시 신녕면, M26대목 쓰가루 15년생

3) 처리 방법

3회차에서 5회차까지의 살균제의 종류를 약간씩 바꾼 5종의 살포체계를 3주씩의 나무에 처리하고 7월 중순부터 매주 1회씩 8월 중순 수확기까지 과실병해의 발생 상황을 조사했다 (Table 31). 쓰가루품종에서는 수확기가 가까워지면 까치나 박새 등의 조류에 의한 피해가 매우 크고 또 일단 새가 가해한 과실에는 벌의 식해가 이어지는데 수확 시에는 이들 과실은 전부 제거하고 총수에서 제외했다.

나. 결과 및 고찰

쓰가루품종에는 겹무늬썩음병이 거의 발생하지 않지만 2002년도에는 02T4한 구에서만 0.5%가 발병했고, 2003년도에는 다소 많이 발생했는데 이는 2003년도의 빈번한 강우로 인한 특이 현상으로 추정되었다.

2002년도의 시험에서 5개의 시험구간에 탄저병의 발병율에 있어서 큰 차이는 없었으나 5월 하순부터 프린트-후론사이드-헤비치의 순으로 살균제를 살포한 (Table 32) 02T1에서 탄저병의 발병이 전혀 없었다. 2003년도의 극단적으로 불순한 기상 조건에서도 03T5를 제외한 4개 시험구에서 경제적으로 수용가능한 정도의 방제가 가능했다.

Table 32. Control of white rot and bitter rot by 25-day interval spray programs on cv. Tsugaru.

Disease incidence at each plots in each year (%)					
2002			2003		
Plots ^{z)}	White rot	Bitter rot	Plots	White rot	Bitter rot
02T1	0.0	0.0	03T1	1.8	3.1
02T2	0.0	0.4	03T2	0.0	1.9
02T3	0.0	1.0	03T3	0.4	1.4
02T4	0.5	2.5	03T4	0.3	2.9
02T5	0.0	1.7	03T5	0.2	4.1

z) Refer to Table 9 for spray sequence of each plot

그런데 이미 위에서 기술한 바와 같이 우리나라에서 쓰가루 품종은 단독으로 재배되는 경우는 거의 없고 대부분 후지품종과 혼식되어 수분수의 역할을 하고 있으므로 쓰가루 품종 단독의 방제체계는 별로 의미가 없는 것으로 생각되었다. 따라서 쓰가루 품종에 대한 방제체계는 후지 품종의 방제력에 종속될 수밖에 없으므로 후지 품종의 방제체계 중에서 쓰가루 품종에 적용 가능한 것을 선택해야 할 것으로 생각되는데, 위에서 검토한 5종의 살포체계 중에 후지 품종에 가장 적합한 살포체계가 02T4 또는 03T1일 것으로 판단된다. 02T4와 03T1은 동일한 살포체계 인데, 2년간의 실험에서 탄저병 방제효과는 가장 낮은 것으로 나타났다. 따라서 쓰가루품종에 적용할 방제체계는 아직 개발 여지가 남아있는 것으로 생각되었다.

최근에 조생종으로 산사나 갈라품종의 재배면적이 증가하고 있는데, 최근에는 후지품종과 혼식되는 것이 아니고 M9 대목을 이용한 키낮은 사과원에서 단독으로 재배되는 경우가 많으므로 여기에서 개발한 조생종에 대한 방제체계는 이들 품종에 활용될 수 있을 것으로 생각되었다.

2. 홍옥품종에 대한 25일 간격 살포체계의 개발

가. 재료 및 방법

1) 살포체계의 개발 : 홍옥 품종은 중생종으로 수확기가 9월 중순경이 되므로 농약의 살포는 최소한 8월 중순경에 종료되어야 하는데, 25일 간격 살포체계에서 살포회수는 개화 전 살포를 포함하여 6회가 된다. 그중 개화 전 살포와 낙화직후에 살포하는 약제는 탄저병의 방제에 직접 영향이 적을 것으로 생각되므로 특별히 변경할 필요가 없을 것으로 생각되었다. 또 홍옥품종의 경우, 흰가루병에 심하게 발생하므로 그의 방제를 위해 낙화 직후의 약제로 다른 품종과는 달리 EBI인 fluquinconazole을 사용했다. 따라서 홍옥품종에 대한 방제력을 개발하는 데에는 5월 하순부터 8월 중순까지 4회의 약제에 변경이 가능하였다. 2002년도와 2003년도의 살포체계를 Table 33-1과 -2에 나타내었다.

2) 시험장소 : 대구시 북구 산격동, M26 대목 홍옥 16년생

나. 결과 및 고찰

이 실험을 수행한 대구시 소재 과수원에서 2002년도 홍옥품종의 무처리구에서의 탄저병 발병율이 75.8%나 되었고 2J2, 2J4, 2J5 및 2J8에서는 발병율이 10% 이상이었으나 5월 하순부터 kresoxim-methyl-dithianon-iminoctadine-triacetate + captan- metiram의 순으로 살균제를 살포한 2J3에서는 (Table 33-1) 발병율이 3.6%로 실용화 가능성이 충분한 것으로 판단되었다(Fig 5).

2003년에는 기상조건이 전년도보다 훨씬 불순했음에도 불구하고 무처리구에서의 발병율이 전년도보다 낮아 54.4%였다. 각 시험구에서의 발병율도 전년도보다 훨씬 낮아 3J5 한 구만 제외하고 전부 5% 이내로 경제적으로도 충분한 타당성이 있을 것으로 판단되었다. 특히 전년도에 가장 방제효과가 높았던 2J3과 같은 살포체계인 3J1에서의 탄저병 발병율이 2.1%로 전년도의 결과와 거의

일치하였다 (Fig. 5). 그러나 2J3 과 3J1에서는 7월중순의 5회차에 iminoctadine-triacetate와 captan을 혼용하도록 되어있는데 살균제-살균제의 혼용은 바람직하지 않은 것으로 생각되어 2003년도의 실험에서는 이를 단제로 대체하기 위해 3J1을 제외하고 모두 5회차에 trifloxystrobin, F500 및 metiram

Table 33-1. Spray sequence of 25-day interval spray scheme for Jonathan in 2002 .

Ser	Date	Fungicide sequence in each experimental plot (2002)								
		2J1	2J2	2J3	2J4	2J5	2J6	2J7	2J8	2unt
1	4. 1	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
2	4. 25	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq
3	5. 20	Dit	Trx	Trx	Trx	Krx	Krx	Krx	Krx	-
4	6. 15	Krx	Flu	Dit	Chl	Flu	Dit	Chl	Dit	-
5	7. 11	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITA+ Cap	ITT	-
6	8. 18	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met	-

Table 33-2. Spray sequence of 25-day interval spray scheme for Jonathan in 2003.

Ser	Date	Fungicide sequence in each experimental block(2003)								
		3J1	3J2	3J3	3J4	3J5	3J6	3J7	3J8	3unt
2	4. 1	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
3	4. 25	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq
4	5. 27	Trx	Trx	Trx	Krx	Krx	Krx	Krx	Krx	-
5	6. 21	Krx	Flu	Dit	Chl	Dit	Dit	Dit	Flu	-
6	7. 15	ITA+ Cap	Met	F500	Trx	Met	Trx	Met	Trx	-
7	8. 9	Met	F500	Met	Met	Trx	Met	Trx	Met	-

* ITA: Iminoctadine-triacetate ; Flq: Fluquinconazole; Dit: dithianon ; Trx: Trifloxystrobin ; Krx: kresoxim-methyl ; Flu: Fluazinam ; Met: Metiram ; Chl: Chlorothalonil ; ITA+Cap: Iminoctadinetricetate+Captan ITT: Iminoctadine trisalbesilate

을 배치했다(Table 33-2). 그 중 5월하순부터 trifloxystrobin- dithianon-F500-metiram의 순으로 살포한 3J3에서 (Table 33-2) 탄저병의 발병율이 1.5%로 낮아서 2종 살균제의 혼합살포 보다 더 우수한 것으로 나타났다(Fig 5).

일반적으로 탄저병에서는 치료효과를 나타내는 침투성 살균제는 효과가 매우 낮은 것으로 알려져 있으므로 (Ijima, 1960) 약제의 살포간격을 늘리기는

어려운 것으로 여겨져 왔는데 이 실험에서는 종래의 일반적 살균제 살포간격인 10일을 두 배 이상 초과해도 병 방제에 거의 문제가 없는 것으로 밝혀졌다. 또 홍옥품종도 단독으로 재배되는 경우는 매우 드물고 후지 등의 다른 품종과 혼식되어 있는 경우가 많다. 특히 후지품종과 혼식된 경우에는 여기에서 방제

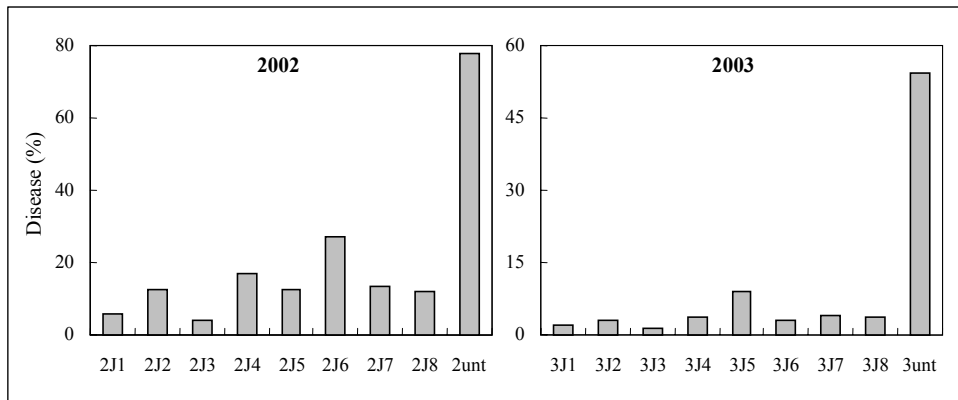


Fig 5. Control of bitter rot by 25-day interval spray programs on cv. Jonathan.

효과가 가장 높았던 3J3이 채택되기는 어렵고 혼식된 품종에 대한 방제력과 타협이 필요할 것으로 생각되었다. 그리고 최근 중생종 품종으로 홍로의 재배면적이 급증하고 있는데, 이 품종은 탄저병에 대해 감수성이 대단히 높으므로 홍옥품종에 대해 개발한 방제체계가 적용될 수 있을 지는 아직 더 검토가 필요할 것으로 생각된다.

제5절 후지품종과 조.중생종이 혼식된 과원에서 25일 간격의 초저농약 살포체계의 개발

우리나라의 과수원에서는 수분율을 높이기 위해 여러 가지 품종을 혼식하는 경우가 많은데, 병 방제 상 대단히 불합리한 경우가 많다. 그 대표적인 예가 후지품종과 조.중생종품종의 혼식인데, 후지품종에서는 겹무늬썩음병이 주로

발생하고 중생종 품종에서는 주로 탄저병이 문제가 된다. 그런데 현재 사용되고 있는 살균제 중에 이들 두 가지 병에 대해 대등한 방제효과를 나타내는 약제는 없고, 어느 한 쪽에 대해 방제효과가 높으면 다른 한쪽에 대해서는 방제효과가 그리 높지 못한 것이 보통이다. 따라서 그러한 품종의 혼식원에 적용할 수 있는 방제력의 개발은 대단히 어렵고 경우에 따라서는 적당한 선에서 타협이 불가피할 수도 있다. 이 실험에서는 후지품종에 적용할 수 있는 25일 간격의 살포체계를 한 약제만 변경하고 조. 중생종에 적용하여 그 방제효과를 검증하였다.

1. 재료 및 방법

가. 시험 장소 및 품종

대구시 경북대학교 농업생명과학대학 부속농장에 M26대목 16년생의 Golden delicious 및 Starcrimson 그리고 M9대목의 Gala 6년생이 각각 8-15주씩 재배되고 있는데, 이들 품종을 대상으로 시험했다.

나. 살균제 살포체계

기본적으로 후지품종에 적용되는 살포체계를 적용했는데, 이들 세 품종 중 Gala는 조생종이므로 7월 10일의 5회차에서 약제 살포를 종료했고, 나머지 두 품종은 중생종이므로 8월 상순의 6회차까지 살포했는데 5회차까지는 후지 품종의 살포체계를 적용하고 8월 중순의 6회차에 후지품종의 tebuconazole 대신 metiram을 배치했다 (Table 34). 2002년도의 시험에서 azoxystrobin이 Gala에 대해 심한 약해를 유발했으므로 2003년도의 실험에서는 Gala품종에 대해서는 3회차의 azoxystrobin을 kresoxim-methyl로 대체했다 (Table 34).

그리고 2003년도의 시험에서 낙화직후의 시스템을 fluquinconazole로 바꾸었는데 이들 조.중생종 품종은 대체로 흰가루병에 대해 감수성이 높고 또 이 실험을 수행한 포장의 홍옥품종에는 흰가루병이 상습적으로 심하게 발생했다.

Table 34. Spray sequence of 25-day interval spray scheme for cv. Gala, Golden delicious and Starcrimson (Daegu)

Ser. No	Fungicidal sequence				
	2002			2003	
	Date	Site 1 ^{a)}	Site 2 ^{b)}	Date	Fungicides
1	4. 1	Iminoctadine	Iminoctadine	4. 4	Iminoctadine
2	4. 25	Systhane M	Systhane M	5. 2	Fluquinconazole
3	5. 20	Azoxystrobin	Kresoxim-methyl	5.27	Azoxystrobine ^{c)}
4	6. 25	Dithianon	Dithianon	6.21	Dithianon
5	7. 10	Trifloxystrobin	Trifloxystrobin	7.15	Trifloxystrobin
6	8. 9	Metiram	Metiram	8. 9	Metiram

a) Golden delicious, Gala. b) Starcrimson c), substituted with kresoxim-methyl for cv. Gala

2. 결과 및 고찰

2002년도의 결과를 보면 조생종인 Gala에서만 5% 미만의 발병율을 보였고 중생종 두 품종에서는 5% 이상으로 경제적 타당성이 없는 것으로 나타났다 (Table 35). 그런데 2002년도의 실험에서는 3회차에 azoxystrobin을 살포한 후 갈라품종에 심한 약해가 발생했으므로 갈라품종에서의 탄저병 방제 부진은 이

Table 35. Control of white rot and bitter rot by 25-day interval spray programs on cv. Golden delicious, Gala, Starcrimson, Brayburn.

Cultivars	Disease incidence(%)			
	2002		2003	
	White rot	Bitter rot	White rot	Bitter rot
Golden delicious	0.0	9.7	1.1	5.0
Gala	0.0	4.6	0.0	1.3
Starcrimson	0.0	6.3	0.4	9.4

약해와 관련이 있을 것으로 생각되었다. 일반적으로 조생종 품종에서는 탄저병 발병보다 수확이 선행되는 경우가 많으므로 발병회피가 가능할 것으로 생각되며 실제로 쓰가루 품종에서 그러한 현상을 흔히 볼 수 있다. 실제로 2003년의 결과에서 보면 Gala품종에서는 탄저병 발병율이 1.3%에 불과하였으므로 후지품종의 살포체계로도 충분히 가능할 것으로 생각되었다 (Table 35). 그러나 Golden delicious와 Starcrimson에서는 다소 불안한 것으로 판단되었다. 따라서 현재로는 중생종 품종과 후지품종이 혼식된 과수원에 적용할 수 있는 방제력의 개발은 더 계속되어야 할 것으로 생각되었다.

제6절 살포간격 25일 체계에서 개별 살균제의 병 방제에의 기여도 평가

살균제의 살포간격을 25일로 하는 살포체계에서 각 살균제의 유용성 및 적절성 또는 살포간격을 더 늘릴 수 있는지를 검정하기 위해 15일 간격 살포체계에서와 같이 기여도를 평가하였고, 그 결과를 Table 14의 15일 간격 살포체계에서의 기여도와 비교하였다.

1. 재료 및 방법

가. 살포력의 작성

2002년도의 초저농약 살포체계 개발 실험에서 병 방제효과가 가장 높았던 02F3 (Table 28-2, Table 29)을 기본 살포력으로 하고 Table 36에서와 같은 살포력을 작성했다.

나. 방법

수세와 착과수가 비교적 비슷한 나무를 골라 구당 3주식 6개의 구를 완전임의배치하고 그 중 한 구는 완전살포구로 기본 방제력의 약제를 전부 살포했다. 나머지 5개의 시험구에 대해서는 5월 하순의 3회차부터 매회 1회에 한정하여 당해 약제를 거르고 나머지 시기에는 기본 방제력에 준하여 살균제를 살포했다. 농약의 살포는 고압분무기로(4.0MPa)로 약액이 흘러내릴 정도로 충분히 살포했으며 살충제는 해충의 발생상황에 따라 별도로 살포하였다. 병의 발병율

과 감염율에 대한 조사는 전향과 동일한 방법으로 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

사과 겹무늬썩음병과 탄저병은 생육초기부터 감염되거나 육안으로 확인되는 발병은 약제 살포가 종료된 9월 이후부터 시작된다. 따라서 생육 기간 중에 정기적으로 살포되는 각 약제가 이들 병의 방제에 어느 정도 기여했는지를 알기가 어렵다. 이러한 점이 이들 병의 방제를 어렵게 하는 요인이고, 또 지금까지 사과 병 방제에 혼란을 가져오게 한 원인이기도 했다.

Table 36. Spray scheme for assessment of contribution value of individual fungicides constituting a spray program of 25-day interval (2003)

Ser No	Date sprayed	Fungicide sequence in each experimental block					
		Complete	8-krx	8-del	8-trx	8-teb	8-sam
1	4. 4	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA	ITA
2	5. 2	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM	SysM
3	5.28	Krx	-	Krx	Krx	Krx	Krx
4	6.25	Dit	Dit	-	Dit	Dit	Dit
5	7.14	Trx	Trx	Trx	-	Trx	Trx
6	8. 6	Teb	Teb	Teb	Teb	-	Teb
7	8.22	Sam	Sam	Sam	Sam	Sam	-

* ITA : iminoctadine-triacetate ; SysM : myclobutanil + mancozeb ; Krx : kresoxim-methyl ; Dit : dithianon ; Trx: trifloxystrobin ; Teb: tebuconazole ; Sam : Combined formula of iminoctadine-triacetate and difenoconazol

살포간격을 25일로 하는 연간 7회 살포 방제력을 기준 방제력으로 하고, 매회 약제 살포 시에 한 약제만을 거르고 나머지 시기에는 정상적으로 살포하는 시험구에서의 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율 및 감염율을, 갈색무늬병의 발병 및 낙엽율을 조사하고 그 결과를 완전살포구와 비교하여 살포를 거른 살균제가 병 방제에의 기여한 정도를 평가하였다(Table 37).

낙화 후에 살균제를 살포하지 않은 무처리구에서는 갈색무늬병의 이병엽율이 100% 였으며 그 중 96.5%가 낙엽되었고, 겹무늬썩음병의 감염율이 96.9%나 되었으나 수확전 발병은 31.8%에 불과하였으며 탄저병은 19.1%가 감염되어 17.2%가 발병하였다(Table 37). 살균제를 생략하지 않은 완전 살포구에서의

갈색무늬병의 발병율과 낙엽율이 각각 24.5%와 6.9%로 (Table 37) 이상기후로 인해 갈색무늬병의 발병이 대단히 많은 해임에도 불구하고 비교적 높은 방제 효과를 나타내었다.

기여도 평가에서는 살균제를 한차례씩 생략한 각 구에서의 발병율이 완전살포구보다 높으면 살포를 거른 살균제는 병 방제에 있어 정(正)의 기여를 한 것으로 평가할 수 있고, 발병율이 높을수록 기여한 정도가 높은 것으로 해석할 수 있다. 반대로 약제를 생략한 구에서의 발병율이 완전살포구보다 낮으면 생략된 약제는 병 방제에 있어 부(負)의 기여를 한 것으로 평가할 수 있으며 발병율이 낮을수록 그 정도가 큰 것으로 해석할 수 있을 것이다.

Table 37. Effect of omission of single chemical from the spray calenda for apple on control of white rot, bitter rot and marssonina (2003, Youngchon)

Plots	Chemicals omitted	Date omitted	Disease incidence and infection frerquency					
			White rot		Bitter rot		Marssonina	
			Dis	Inf	Dis	Inf	Dis	Defol
untreated	all	-	31.8	96.9	17.2	19.1	100.0	96.5
complete	none	-	5.3	30.2	5.1	6.3	24.5	6.9
-krx	Kresoxim-methyl	5.28	0.7	45.4	1.2	7.0	76.1	26.5
-del	Dithianon	6.25	1.9	42.2	3.1	8.8	97.0	59.5
-trx	Trifloxystrobin	7.14	2.6	35.1	1.3	1.3	43.9	6.4
-teb	Tebuconazole	8. 6	7.8	73.0	5.8	14.9	91.7	65.3
-sam	Samzinwang	8.22	6.7	54.2	2.3	6.1	77.1	48.9

* Samzinwang : Combined formula of iminoctadine-triacetate and difenoconazol

이상의 기준에 의거하여 갈색무늬병에 대한 각 살균제의 기여도를 평가하면 모든 살균제가 갈색무늬병의 방제에 정(正)의 기여를 한 것으로 나타났으며 (Table 37) Dithianon이 가장 높은 기여도를 나타내었고 trifloxystrobin이 가장 낮은 기여도를 나타내었다(Table 37). 그런데 겹무늬썩음병의 경우 tebuconazole과 삼진왕을 제외하고 모두 부의 기여를 했고 탄저병에 대해서는 tebuconazole 한 약제를 제외하고 모두 부의 기여를 했다. 이러한 점으로 겹무늬썩음병과 탄저병 방제만을 본다면 부의 기여를 한 약제는 모두 생략 가능한 것으로 나타났다. 그러나 이들 약제를 생략하면 갈색무늬병이 다발 하므로 실제로는 생략이 불가능하다. 그러나 trifloxystrobin을 생략한 한 구 만은 갈색무늬병 낙엽율에 있어서 완전 살포구와 거의 차이가 없고 겹무늬썩음병과 탄저병 방제에 부의 기여를 했으므로 그 약제만은 생략하여도 지장이 없는 것으로 나타났다. 이상과 같이 살포 간격을 25일로하는 방제체계에서도 한 약제를 생략해도 병 방제에 영향이 없는 것으로 밝혀졌으므로 살균제의 살포를 더욱 줄일 수 있는 가능성이 시사되었다.

제7절 초저농약 살포체계의 농가실증시험

살균제 살포체계를 농가에 보급하기 위해서는 넓은 지역에서 재배 환경이 다른 농가에서 실증시험을 수행하여 현장에 적용할 경우의 문제점을 미리 발굴하여 수정 보완 해야 한다. 이를 위해 2002년부터 2년간 농가실증 시험을 수행했다.

1. 재료 및 방법

가. 농가의 선정

2002년에는 대구, 경북지역에 16농가 그리고 전남 지역에 1농가를 선정했는데, 모두 후지.쓰가루 혼식원이며 경북지역과 대구시의 각 1개소를 제외한 모든 과수원은 생육 조건이 불량한 편이었다. 이들 실증시험 농가는 대부분 연구 책임자가 개발한 15일 간격으로 살균제를 살포하는 저농약 방제체계를 수년간 이행해온 농가로 과수원의 생태계가 이미 안정화되어 있고, 또 농약을 줄이는

데에 대한 확신을 가지고 있는 농가였으며 자원에 의해 선정되었다.

나. 살포체계의 작성

2001년도에 수행한 살균제 선발 실험과 기여도 평가실험 결과에 근거하여 잠정적 살포체계를 작성했다 (Table 38). 살포간격을 25일로 늘릴 경우 가장 문제가 되는 것은 탄저병 방제이므로 이 병의 방제효과가 가급적 높은 약제를 선정하였다. 5월 하순에 살포하는 약제는 겹무늬썩음병 방제에 결정적 역할을 하는데, 2001년도 살균제 선정 시험에서 이 시기의 약제로는 kresoxim-methyl과 azoxystrobin이 우수한 것으로 밝혀졌는데, 이들 두 약제는 겹무늬썩음병에 대해 높은 방제효과가 있으나 전자는 겹무늬썩음병 방제에 있어서 후자에 뒤지고 탄저병 방제효과는 그와 반대되는 경향이 있었다. 이러한 결과에 근거하여 25일 간격 살포체계에서는 탄저병 방제효과가 높은 kresoxim-methyl이 선정되었다. 6월 하순의 4회차 약제로는 dithianon을 선정했는데, 이 약제는 겹무늬썩음병 방제에 항상 부의 기여를 했으나 탄저병 방제에는 항상 정의 기여를 했으므로 이를 선정 했다. 그리고 이 시기에 dithianon을 선정한 또 하나의 이유는 이 시기가 갈색무늬병 일차감염이 지속되는 시기이며 dithianon은 갈색무늬병에 대해 높은 방제효과가 있다는 점이다. 7월 하순의 5회차는 겹무늬썩음병의 치료와 갈색무늬병의 방제를 위해 15일 살포체계에서도 iminoctadine-triacetate가 거의 고정 배치되어 있으나 이 약제는 탄저병 방제효과가 낮으므로 이를 보완하기 위해 captan을 1000배 농도로 혼합살포 하도록 했다. 8월 중순 6회차의 tebuconazole은 겹무늬썩음병 방제를 위해 필수적이고 8월 하순 7회차의 삼진왕은 겹무늬썩음병의 마지막 정리와 갈색무늬병 방제를 위해 15일 간격 살포체계에서도 이들 두 약제는 고정되어 있다.

Table 38. Fungicidal sequence of 25-day spray interval for farm demonstration

	Time	Fungicide sequence	
		2002	2003
1	4. 10 - 4. 15	Iminoctadine-triacetate	Iminoctadine-triacetate
2	5. 5 - 5. 10	Systhane M	Fluquinconazole
3	5. 30 - 6. 5	Kresoxim-methyl	Kresoxim-methyl
4	6. 25 - 6. 30	Dithianon	Dithianon
5	7. 20 - 7. 25	ITA + captan	Trifloxystrobin
6	8. 10 - 8. 15	Tebuconazole	Tebuconazole
7	8. 25 - 8. 30	Samzinwang	Samzinwang

2003년도의 살포력은 2002년도 방제력 개발 실험 결과에 의거하여 작성했다. 2002년도 살포체계 개발 실험에서 iminoctadine-triacetate + captan과 trifloxystrobin을 비교한 결과 후자의 병 방제효과가 높았으므로 2003년도 살포체계에서는 이를 사용했다. 그리고 2회차의 시스템엠을 fluquinconazole로 대체했는데(Table 38), 여기에는 약간의 이유가 있다. 다만 2001년도에 15일 간격 살포체계에서 시스템엠과 fluquinconazole을 비교했는데 양자간에 뚜렷한 차이는 없으나 fluquinconazole이 다소 우수했고, 또 시스템엠에는 mancozeb이 65% 함유되어 있는데, 이는 이리 응애 등의 predator에 대해 부정적 영향이 있으므로 이러한 점을 고려하여 fluquinconazole을 사용했다.

다. 결과 및 고찰

2002년도에는 장마기에는 비가 비교적 적어 겹무늬썩음병과 탄저병은 그리 많이 발생하지 않았으나, 8월중에 강우가 대단히 많았고 특히 8월 초.중순에 걸쳐서 11일간 연속 강우가 있어 전반적으로 갈색무늬병의 발생이 많았다. 그러한 상황 하에서도 실증 시험 농가 중에 갈색무늬병이 심하게 발생한 농가는 없었고 2농가에서 약간의 경제적 피해를 인식할 정도였다 (Table 39). 겹무늬썩음병은 한 농가에서 무시할 정도로 경미한 발생을 하였고 나머지 농가에서는 거의 발생하지 않았다 (Table 39). 그러나 탄저병은 6농가에서 약간 발생했으나 무시해도 좋을 정도였다.

2003년도에는 5월에서 8월까지 4개월 동안 58일간 비가 내린 극단적으로 불리한 기상조건에도 불구하고 갈색무늬병이 심각한 정도로 발생한 농가는 2농가에 불과했고 이로 인한 낙엽이 과실의 비대에 약간의 영향을 미친 것으로 판단되는 농가가 5농가였고 그 외 21농가에서는 거의 무시해도 좋을 정도로 경미했다 (Table 40). 갈색무늬 병이 심각한 정도로 발생한 농가에서는 나름대로 이유가 발견되었다. 안동시 농가의 경우, 동일한 살포체계를 적용한 인근의 다른 농가에서는 병이 거의 발생하지 않았으나 이 농가에서 유독 병 발생이 많았던 것은 매회 약제 살포 시에 4종 복합비료를 혼용한 것이 갈색무늬병 다발의 원인일 수 있는 것으로 추정되었다. 기타지역의 한 과수원은 경북 군위군에 위치한 경북대학교 과수원인데 그 과수원에서의 갈색무늬병 다발은 배수불량이 원인이었을 것으로 추정되었다. 겹무늬썩음병은 24농가에서는 전혀 발생하지 않았고 29농가에서는 무시해도 좋을 정도로 경미했으며, 한 농가에서만 약간의 경제적 피해를 인식할 정도였고, 심각한 피해를 받은 농가는 없었다. 탄저병도 25 농가에서 발생했으나 전부 무시해도 좋을 정도였다.

2003년도의 기상 조건은 1998년도와 비교할 만한데, 그 해에는 같은 기간 중에 60일간 비가 내려 2003년도보다 강우일수가 2일 더 많았다. 그런데 1998년도에는 겹무늬썩음병의 발병율이 70% 이상이 되어 수확을 포기한 농가가

Table 39. 초저농약 방제체계 적용 농가 과수원에서의 병 방제 상황 (2002)

지역	농가수	1				1				갈색무늬병			
		검무늬썩음병				탄저병				갈색무늬병			
		-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++
영주	6	5	1	0	0	1	5	0	0	3	2	1	0
봉화	6	6	0	0	0	6	0	0	0	3	2	1	0
경산	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
포항	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
곡성	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
칠곡	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
대구	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
계	17	16	1	0	0	11	6	0	0	11	4	2	0

- : 미발생, + : 무시해도 좋을 정도의 발생, ++ : 약간의 경제적 손실, +++ : 심각한 피해

Table 40. 초저농약 방제체계 적용 농가 과수원에서의 병 방제 상황 (2003)

지역	농가수	1				1				갈색무늬병			
		검무늬썩음병				탄저병				갈색무늬병			
		-	+	++	+++	-	+	++	+++	-	+	++	+++
청송	27	4	23	0	0	4	23	0	0	6	19	2	0
영주	7	6	1	0	0	7	0	0	0	5	0	2	0
봉화	11	9	2	0	0	9	2	0	0	6	4	1	0
안동	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1
기타	7	3	3	1	0	7	0	0	0	4	2	0	1
계	54	24	29	1	0	29	25	0	0	21	26	5	2

적지 않았는데 (엄 2000) 2003년도의 실증시험에서는 살균제의 살포회수를 당시의 연간 13-14회에서 7회로 줄였는데에도 거의 피해가 없었다는 점은 좋은 대조로 생각되었다. 따라서 연간 7회 살포체계는 후지.쓰가루 혼식원에 한해서 농가에 보급해도 큰 문제는 없을 것으로 판단되었다.

제6장 결 론

1999년 처음으로 연간 10회 살포체계를 발표하고 5년이 지난 지금 살포회수를 다시 2회 더 줄인 8회 방제체계가 개발되었고 그 안정성이 금년도의 비가 자주 내리는 기상 조건에 의해 거의 증명되었다. 농약의 살포회수를 줄인 방제체계를 농가에 보급하기 위해서는 병이 많이 발생할 수 있는 기상 조건하에서의 검정이 필수적이다. 필자가 10회 방제체계를 개발하던 1998년과 8회 방제체계를 개발하던 2003년의 기상 상황은 그러한 조건과 잘 부합했다. 사과 생육기간 중 각종 병이 감염되는 시기는 5월에서 8월까지인데, 1998년도 그 기간 중 60일간 비가 내렸고 2003년에는 58일간 비가 내렸다. 1998년의 그러한 기상 조건 하에서도 10회 살포체계를 적용한 시험농장에서는 병 발생이 허용 한계 이내였으므로 10회 방제체계는 지금까지 큰 문제가 없었고, 8회 방제체계도 금년과 같은 특수한 기상 조건에서도 큰 문제가 없었으므로 이를 현장에 적용해도 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

그러나 이 연구에서 개발한 연간 7회 살포체계는 현재로 후지·쓰가루 혼식원에서는 안정적으로 적용 가능하나 모든 과수원에 적용하기 위해서는 아직 해결되어야 할 약간의 문제가 남아 있다. 최근 M9대목 저수고 밀식원에서 점무늬낙엽병의 발생이 증가하고 있는데, 그러한 경우에는 6월 중순경에 포리옥신이나 로브랄 등을 1회 추가 살포하면 충분히 방제할 수 있으나 추가 살포 없이 방제할 수 있는 방제체계의 수정 보완이 필요하다. 또 금년도 청송군의 연간 7회 살포체계 실증시험 농가의 쓰가루품종에 과실점무늬병이 약간 발생했는데, 이는 금년도의 특수한 기상조건에 의한 것인지는 아직 더 검토해야 하지만 만약 그 병이 매년 발생한다면 그에 대해서도 추가 살포 없이 방제하는 방법의 개발이 필요하다. 초저농약 방제체계가 모든 과수원에 안정적으로 적용되기 위해서는 탄저병에 대해 감수성이 높은 홍로, 추광 등의 품종에 적용할 수 있는 방제체계와 이들 품종과 후지품종이 혼식된 과수원에 적용할 수 있는 방제체계가 개발되어야 하나 여기에는 아직 시간이 더 소요될 것으로 전망된다.

우리나라에서는 사과 생육기간 중에 약 1개월간의 장마기간이 있고 장마기간 이외에도 비가 자주 내리기 때문에 세계의 주요 사과재배 지역에 비해 병

문제가 대단히 심각하다. 그러한 기상 조건 하에서 연간 7회 살포체계의 개발은 매우 큰 성과로 평가 할 수 있을 것으로 생각되며 이러한 정도의 살균제 살포회수는 세계적으로도 매우 낮은 수준이다. 기상 조건이 우리와 비슷한 일본의 절반 정도이고, 세계에서 IPM이 가장 잘 확립된 이태리 남티롤 지역과 거의 같은 수준이다.

사과산업에 있어서 농약을 줄이는 것은 농업 생태계의 안정을 통한 지속가능 농업의 실현을 위해서 무엇보다 필요한 일이지만 우리나라에서는 앞으로 필연적으로 닥칠 개방화의 파고를 넘기 위해서도 필수적 과제이다. 특히 앞으로 수년 내에 중국산 사과가 수입되어 우리 사과와 무한 경쟁을 벌릴 것이 예상되므로, 그에 대비하여 우리사과에 대한 소비자의 신뢰를 회복하고 중국사과의 차별화를 위해 짧은 기간 내에 저농약 재배를 정착시켜야 한다. 중국산 사과로 우리시장에 들어 올 수 있는 것은 유대재배한 후지사과로 추정되는데, 우리도 같은 유대재배 사과로 중국산과 대응할 수는 없고 저농약 재배로 안전성이 확보된 무대재배 사과로 대응 할 수밖에 없을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 정미혜, 김대회, 엄재열. 1993. 사과 과실 표면에 부착한 겹무늬썩음병균 포자 수의 계수. 한국식물병리학회소식 4(1): 79-80.
2. Choi Chang Hee, Hee Jung Yang, Hyun Woo, Dai Hee Kim and Jae Youl Uhm. 1999. Pycnidiospore production and dispersal from the warts produced by infection of *Botryosphaeria dothidea* on apple stems.
3. Drake, C. R. 1971. Source and longevity of apple fruit rot inoculum, *Botryosphaeria ribis* and *Physalospora obtusa*, under orchard conditions. *Plant Dis. Rep.* 55:122-126.
4. 平良木 武 伸谷房治 關澤 博. 1981. 링고輪紋病に関する研究 第3 報. 感染時期. 日植病 報, 47: 373.
5. 林重昭. 1984. 링고輪紋病의 發生生態と 防除. 植物防疫, 38(12):19-22.
6. 飯島章彦. 1999. 링고炭疽病의 發生生態と 防除. 植物防疫, 53(7):253-256.
7. Kim Dae Hee and Jae Youl Uhm. 2002. Effect of application timing of ergosterol biosynthesis-inhibiting fungicides on the suppression of disease and latent infection of apple white rot caused by *botryosphaeria dothidea*. *J. Gen. Plant Pathol.* 68 : 237-254
8. 北島 博. 1989. 果樹病害 各論. 養賢堂. 東京. 171-172pp.
9. Kohn, F.C., and Hendrix, F.F., 1982. Temperature, free moisture and inoculation effect on the incidence and development of white rot of apple. *Phytopathology* 72 : 313-316.
10. 尾形 正. 1992. 링고輪紋病의 果實感染に 及ばす要因. 今月の農業, 11:48-51.
11. Parker, K. C., and Sutton, T. B. 1993. Effect of temperature and wetness duration on the apple fruit infection and eradicant activity of fungicides against *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Dis.* 77 : 181-185.
12. Pursky. D. 1966. Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Annu.*

- Rev. Phytopathol 34 : 413-434.
13. 佐藤豊三 .1996. 炭疽病菌の分類の問題點と同定法. 植物防役 50 : 273-280.
 14. Shane, W.W., and Sutton, T.B. 1981. Germination, appressorium formation, and infection of immature and mature apple fruit by *Glomerella cingulata*. Phytopathology 71:454-457.
 15. Solel, Z. 1977. Control of foliage and fruit diseases, In Antifungal Compounds. Vol. 1. Discovery, Development, and Uses (Siegel, M. and Sisler, H.D. eds.),pp225-267. Marcel Dekker, Inc., New York and Bassel.
 16. Sutton, T. B. 1981. Production and dispersal of ascospores and conidia of *Physalospora obtusa* and *Botryosphaeria dothidea* in apple orchards. Phytopathology, 71:584-589.
 17. Sutton, T.B., and Shane, W.W. 1983. Epidemiology of the perfect stage of *Glomerella cingulata* on apples. Phytopathology 73:1179-1183
 18. 高橋俊作. 1973. リンゴ褐斑病の生態と防除. 今月の農薬 58 (10) : 99-108
 19. Uhm, Jae Youl. 1998. Current practice of chemical control against apple diseases and its improvement in Korea. Pages 11-49 : In Proceedings of international symposium on recent technology of chemical control of plant diseases. Korean Plant Pathological Society, Kyungpook National University.
 20. 엄재열. 1998. 저농약 고효율 사과 병 방제 기술. 경북대학교 농업과학 기술연구소. 21-23.
 21. 엄재열. 2000. 사과 병해에 대한 IPM 기술 개발. 농림기술개발연구보고서. 3-8